

早稲田大学大学院教育学研究科

博士学位論文

文章理解の個人差の研究

ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響

神長 伸幸

目次

1	文章理解における情報処理.....	1
1-1	文章理解とは.....	1
1-1-1	本研究の問題意識.....	1
1-1-2	文章理解の測定法.....	6
1-2	文章理解の水準.....	9
1-2-1	単語レベル.....	9
1-2-2	文レベル.....	11
1-2-3	文章・談話レベル.....	11
2	文章理解の個人差.....	15
2-1	単語レベル，文レベル，文章・談話レベルの理解の関連.....	15
2-2	認知的要因による文章理解成績の予測.....	19
3	文章理解に関連する認知的要因.....	21
3-1	ワーキングメモリ容量.....	21
3-1-1	ワーキングメモリとは.....	21
3-1-2	リーディングスパンテスト.....	22
3-1-3	ワーキングメモリのモデル.....	26
3-1-4	文章理解におけるワーキングメモリ容量の個人差の影響.....	46
3-2	言語知識.....	59
3-2-1	言語知識とは.....	59
3-2-2	文章理解における言語知識の個人差の影響.....	65

3-3	先行研究における文章理解成績とワーキングメモリ容量・言語知識の関連性	69
4	2 要因モデル	73
4-1	本研究の目的	73
4-2	2 要因モデルによる文章理解の個人差の予測	78
4-2-1	文章レベル	78
4-2-2	文レベル	86
4-2-3	単語レベル	95
5	研究1（音読時の読み誤りにおけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響）	99
5-1	目的	99
5-2	方法	101
5-2-1	被験者	101
5-2-2	材料	101
5-2-3	手続き	102
5-3	結果	104
5-3-1	リーディングスパンテストと百羅漢の成績	104
5-3-2	音読時の読み誤り	104
5-3-3	ターゲット単語の記憶方略に関する内観報告	106
5-4	考察	108
6	研究2（読書量とワーキングメモリ容量・言語知識の関連性）	112
6-1	目的	112
6-2	方法	113
6-2-1	被験者	113

6-2-2 材料と手続き	113
6-3 結果.....	113
6-3-1 読書量の得点化.....	113
6-3-2 相関分析	114
6-4 考察.....	114
7 補足研究1（数字の短期記憶スパンとワーキングメモリ容量・言語知識の関連性）	116
7-1 目的.....	116
7-2 方法.....	117
7-2-1 被験者.....	117
7-2-2 材料	117
7-2-1 手続き.....	117
7-2 結果.....	118
7-2 考察.....	119
8 補足研究2（流動性知能とワーキングメモリ容量・言語知識の関連性）	121
8-1 目的.....	121
8-2 方法.....	122
8-2-1 被験者.....	122
8-2-2 材料	123
8-2-3 手続き.....	124
8-3 結果.....	124
8-4 考察.....	125

9 研究3 (一般的な文章理解能力に対するワーキングメモリ容量と言語知識の寄与)	
.....	126
9-1 目的	126
9-2 方法	128
9-2-1 被験者	128
9-2-2 材料	128
9-2-3 手続き	129
9-3 結果	130
9-3-1 各課題の平均と課題成績間の相関	130
9-3-2 文章理解課題全体成績の個人差	131
9-3-3 文章・談話レベルの理解の個人差	136
9-4 考察	139
10 研究4 (文章理解中の眼球運動にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が及ぼす影響)	143
10-1 目的	143
10-2 方法	146
10-2-1 被験者	146
10-2-2 材料	146
10-2-3 装置	147
10-2-4 手続き	147
10-3 結果	148
10-3-1 被験者の分類	148

10-3-2 順行サッカーの距離	149
10-3-3 停留時間	153
10-4 考察	155
10-5 頻度効果を含めた再分析の方法	156
10-6 頻度効果を含めた再分析の結果と考察	158
10-6-1 初停留時間	158
10-6-2 初回注視時間	158
10-6-3 読み直し時間	159
10-6-4 総読み時間	160
10-7 研究4のまとめ	161
11 研究5（単語レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響）	162
11-1 目的	162
11-2 方法	165
11-2-1 被験者	165
11-2-2 材料	165
11-2-3 手続き	167
11-3 結果	168
11-3-1 語彙判断課題	168
11-3-2 カテゴリー判断課題	174
11-4 考察	175

12	研究6（文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響1：単語の出現頻度効果の検討）	178
12-1	目的	178
12-2	方法	180
11-2-1	被験者	180
11-2-2	材料	180
11-2-3	装置	181
11-2-4	手続き	181
12-3	結果	184
12-3-1	理解問題の成績	184
12-3-2	読み時間	185
12-4	考察	188
13	研究7（文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響2：かき混ぜ文の理解における検討）	190
13-1	目的	190
13-1-1	日本語のかき混ぜ文の理解に伴う処理	190
13-1-2	かき混ぜ文の理解における個人差	192
13-2	方法	195
13-2-1	被験者	195
13-2-2	材料	195
13-2-3	装置	196
13-2-4	手続き	196

13-3	結果.....	197
13-3-1	理解問題の成績.....	197
13-3-2	読み時間.....	197
13-4	考察.....	200
1 4	補足研究 3（文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量の個人差の影響： 聴覚提示した文の統語的曖昧性の解消過程の検討）.....	204
14-1	目的.....	204
14-2	方法.....	206
14-2-1	被験者.....	206
14-2-2	材料.....	206
14-2-3	装置.....	210
14-2-4	手続き.....	210
14-3	結果.....	211
14-3-1	課題の正答率.....	211
14-3-2	反応時間.....	211
14-3-3	眼球運動パターン.....	212
14-4	考察.....	224
1 5	総合考察.....	228
15-1	結果の要約.....	228
15-2	2 要因モデルの妥当性.....	231
15-3	文章理解におけるワーキングメモリの役割.....	238
15-4	文章理解における言語知識の役割.....	244

15-5	心理言語学・言語の心理学への示唆.....	246
15-6	教育への応用.....	248
15-6-1	教材や教示における工夫への応用	248
15-6-2	読み困難児の診断への応用	251
15-7	今後の研究の展開.....	252
15-7-1	教授法への応用.....	252
15-7-2	発達の視点を取り入れた研究の可能性	254
	引用文献.....	258

1. 文章理解における情報処理

1-1. 文章理解とは

1-1-1. 本研究の問題意識

われわれは、文章を読むことで様々な知識を得る。読むことは、日常的な行為であり、人間が知識を得る主要な方法の一つである。それにも関わらず、その能力は、人間が生まれながらに持っているものではなく、長い時間をかけた意図的な訓練によって習得していくものである。しかしいったん獲得してしまうと、読むことは、ほとんど無意識にできるようになる。これまで様々な研究において読みによる文章理解の情報処理過程が検討されてきた。しかしその詳細は、充分明らかにはなっていない。

さらに、数多くの先行研究が読みの文章理解に大きな個人差があることを報告している点は興味深い（例えば Bell & Perfetti, 1994; Daneman & Carpenter, 1980; 北尾・豊田・広瀬, 1983; Masson & Miller, 1983）。本研究は、文章理解に生じる個人差に注目して、文章理解過程や文章理解に必要とされる認知的な基盤を実証的に明らかにすることを目的とする。

文章理解の個人差を研究する意義は、二つに大別できると考えられる。第1に文章理解過程の個人差を明らかにすることは、文章理解過程を説明する理論の発展に貢献する。このような観点を持つ先行研究は、主に以下の2点に焦点をあててきた。

(A) どのような処理の個人差が文章理解全体の個人差に寄与しているのか。

(B) どのような認知的要因の個人差が文章理解の個人差と関連するのか。

上記(A)に注目する研究は、文章理解全体（ここでは複数の文から構成される文章全体を読み終えた後の最終的な理解）で現れる個人差と文章理解を構成する下位過程（例えば単語の意味検索や文の統語処理など）の個人差の関連性を検討する。そこから文章理解全体に大きく影響する下位過程を特定しようとする。(B)に注目する研究は、どのような認知的要因がより高い文章理解成績につながるのかを検討する。そこから文章理解を支える認知的基盤を明らかにしようとする。それぞれの研究の詳細な議論は、後述

する。

第2に文章理解の個人差の研究は、学習全般にわたる知識の獲得という意味でも重要な意味を持つ。なぜなら新聞、本、テレビ放送、インターネットなどで用いられる文字情報を読んで様々な情報を得ることは、社会的な生活を送るための基礎的な能力だからである。また教育的な観点からみた場合、読み書きは、母国語の学習だけでなく、全ての教科学習にとっても必要不可欠である。しかしこのような状況においてさえも、文章理解の個人差は生じてしまい、不利益を被るひとが生じることは否めない (Stanovich, 1986)。文章理解における個人差が生じる理由を明らかにすることは、全ての人に同じように内容を伝達する（つまり、個人差をできるだけ小さくする）ことにつながると考えられる。

以上をまとめると、読みの個人差を検討することは、文章理解に関わる情報処理の理論構築に寄与する。さらに、社会的・教育的な応用へと発展可能な重要な基礎的知見をもたらすといえる。したがって、読みの個人差の研究は、非常に有意義であると考えられる。

本研究は、上述の (B) のアプローチのように、ワーキングメモリ容量と言語知識という二つの認知的要因（詳しくは後述する）の個人差を測定する。それに加えて様々な文章理解課題を実施して、認知的要因と文章理解またはその下位過程の処理との関連を検討する。これら二つの認知的要因は、先行研究によって様々な検討が行われており、様々な特性（例えば、記憶容量の制限や記憶する対象間の類似性による保持・検索への干渉、時間による記憶内容の減衰、想起における出現頻度の影響など）が明らかにされている。特にワーキングメモリ容量は、1980年代以降、精力的に研究が行われ、文章理解の個人差を生み出す認知的要因として非常に高い注目を得ている。一方、言語知識もその重要性は認識されており、様々なレベルの言語知識が文章理解の個人差に影響するかどうかを検討されてきた。しかし、言語知識の個人差が文章理解に与える影響は、ワーキングメモリ容量ほど体系的に検討されているとは言えない。近年、コネクショニストモデルによる文章理解の研究が進む中で、言語経験の多少またはそれに基づく言語知識の個人差が文章理解成績に及ぼす影響が検討され始めている (MacDonald & Christiansen, 2002)。よって今後は、言語知識の個人差も精力的に研究されることが期待される。本研究において言語知識の個人差が文章理解に及ぼす影響を実証的に検討することは、言語知識の個人差を取り入れたモデルの発展に寄与できると考えられる。

ここで本研究の問題意識として、従来の文章理解に及ぼす認知的要因を検討した研究のアプローチについて考えてみたい。従来の研究は、ワーキングメモリ容量と言語知識のうちのどちらかの個人差が文章理解過程に及ぼす影響を検討したものが多い。いずれの研究も重要であることに疑いの余地はない。しかし、単一の認知的要因に注目するばかりでは、二つの認知的要因が文章理解過程においてどのように影響するのかを十分に明らかにすることができないと考えられる。なぜなら二つの認知的要因の個人差が文章理解に与える影響は、互いに独立している可能性と相互作用的可能性の両者が考えられるためである。このような従来の研究で扱われなかった問題を、本研究は二つの認知的要因の個人差を同時に扱うことにより検討してみたい。

また、本研究のもう一つの問題意識として、文章理解におけるワーキングメモリ容量の個人差を考察した従来のモデルについて挙げておく。後述の3-3では、これまでに提案されたワーキングメモリモデルにおけるワーキングメモリ容量の個人差を言語知識との関連性という観点で考察する。そこで明らかになるのは、言語知識の個人差がワーキングメモリ容量の個人差に影響するかどうかモデル間で異なるという事実である。つまり、言語知識の影響がワーキングメモリ容量を直接的に決定するモデル、言語知識の影響を全く受けないモデル、言語知識の影響を受けると同時にワーキングメモリ容量として独自の影響を仮定するモデルといったように、ワーキングメモリ容量という概念が実は言語知識の個人差によって作られていることを仮定するモデルとそのような関連性を認めないモデルが存在する。モデル間の見解の相違を解消し、文章理解におけるワーキングメモリ容量の役割を明らかにするためには、言語知識の個人差との関連性を検討する必要がある。これを実現する方法の一つは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差を同時に測定し、それぞれの個人差が文章理解に及ぼす影響を検討することである。本研究はこのような方法を取ることで、従来のワーキングメモリ容量に関するモデル間の相違を解消するための実証的証拠を提供し得ると考えられる。

次に言語を対象とした研究の中で本研究がどのような位置づけにあるのかをもう少し広い視点から考えてみる。本研究が行う認知的要因と文章理解成績の個人差の関連性を調べるような手法は、主に心理学を背景としている。心理学以外にも言語を対象とする研究分野は、数多く存在し、その学問で取られる手法は、心理学のそれと異なる。例えば近年の生成文法（Generative Grammar）を中心とした言語学は、心理学と密接に関連しながらも全く異なる手法が取られてきた。生成文法という考えをもとに近年の言語

学研究を築いた Chomsky (1986) は、言語学が扱う言語は人間の脳内で作られることを仮定している。この考えは、心理学にも通ずるところがある。しかし、Chomsky (1986) は、人間が生まれながらに持っている言語知識 (Universal Grammar, 普遍文法) と実際の言語運用とを区別して、言語学の対象となるのは、前者であるとしている¹。異なる言語間の特徴から言語としての共通の特徴を考える上で Chomsky (1986) の考えは有効かもしれない。しかし、日常生活における文章理解過程を研究するためには、この考えはそれほど有効ではない。なぜなら文章を読んで理解するためには、普遍文法だけでなく読み手が持っている知識や読み手の認知的な能力も理解の内容や効率に影響するからである。本研究は、認知的要因と文章理解の関係を積極的に検討しており、Chomsky (1986) が言及していながらも研究対象として注目しなかった言語運用に関する知見を提供し得ると考えられる。

また、言語学と心理学のそれぞれが密接な関連性を持つ学問領域に心理言語学がある。心理言語学では、普遍文法や人間が持つ認知能力が実際の文章理解に及ぼす影響が検討されてきた。特にこの学問領域では、文章理解中の眼球運動測定や脳波測定などの精密な測定が行われることが多い。そのような手法を用いることで、言語知識の運用過程が詳細に検討されてきた。ただし、これまでの心理言語学研究では文の構造や単語などの言語側の要因が理解などに与える影響が検討されることが多く、読み手による個人差の影響は統計上の誤差として扱われることが多かった。本研究はこれを問題と考える。なぜなら言語的な要因が理解過程に及ぼす影響の大きさは、被験者間で一定であるとは限らないからである。それどころか、言語的な要因の効果の大きさは、読み手が持つ認知的要因の個人差の影響を受けて系統的に変動する可能性もある。よって、本研究で文章理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討することは、心理言語学研究において個人差を取り入れることの重要性を示唆し得ると考えられる。

最後に本研究で扱う文章理解の範囲について確認しておきたい。文章理解を広義に捉えるならば、文字を媒介とした読みによる知識の習得全般を指すことが可能である。例えば、文章の読みを通じて法律や経済法則、物理法則に関する知識を得ることができる。しかし、本研究は、このような専門的な知識を得るための文章の理解を対象としない。本研究が対象とするのは、一般的な人が日常的に行う読書であり、新聞や小説、随筆な

¹ Chomsky を含めた言語学の研究対象としての言語に関する議論は稲田 (1998) や大石 (2008) を参照のこと。

どを材料とした読みが当てはまる。このように対象を限定することは、従来の文章理解研究でも一般的に行われている (Zwaan & Rapp, 2006)。また、文章理解という言葉は狭義に捉える場合、複数の文から構成されるあるまとまり（例えば段落）を理解することを指すことになる。しかし、本研究では、これだけでなく、単語の理解や単文の理解も研究の対象とすることにする。なぜなら単語や単文の理解は、複数の文から構成される文章の理解の要素となっているからである。単語や単文に検討対象を狭めると、理解に伴う処理を限定して、ワーキングメモリ容量と言語知識の影響をより詳細に検討できると考えられる。単語、単文、文章の理解については後述の 1 – 2 で改めて議論する。

また、本研究で扱う文や文章の材料の性質についてあらかじめ限定しておく。文章理解に大きな個人差があることは、上述の通りである。その個人差を捉えるには二種類の材料を用いることができると考えられる。第 1 の材料は、読んでいる途中で一時的に解釈が曖昧になったとしても、最終的には誰もが同じ解釈にたどり着くような文または文章である。この場合、理解の指標として読み手が正しくその内容を理解した程度や、理解するために必要な時間などを用いることができる。第 2 の材料は、最終的に多様な解釈が可能になる文や文章である。この場合、読み手がどのような解釈にたどり着くのかだけでなく、その解釈に至るまでの時間を理解の指標とすることができる。二種類の材料を用いる研究を比較すると、理解の指標を解釈する容易さが異なると考えられる。第 1 の材料を用いる研究では、読み手が到達すべき解釈（つまり正答）が一つなので、文章内容の理解を問う問題の正答率や正答するための反応時間を理解成績の高低として解釈可能である。一方、第 2 の材料を用いる研究では、正しい解釈が一つに定まっていない。したがって、解釈の質的な個人差を捉えることはできるが、異なる解釈と反応時間の関係が複雑になる可能性があり、文章理解成績の高低を定義することが難しいと考えられる。本研究は第 1 の材料を用いることによって、ワーキングメモリ容量と言語知識との関連性を明瞭に示すことを目指す²。

以上のように本研究は、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者を同時に扱う。それによって、従来の認知心理学における文章理解の個人差の研究で検討されてこなかった問題を検討する。また、心理言語学研究で扱われることの少なかった読み手の

² 第 2 の方法を用いて、ワーキングメモリ容量と統語的曖昧性の理解に関する個人差の関連性を扱った研究として Felser, Marinis, & Clahsen (2003) や中野・西内 (2007) がある。

個人差の問題を検討する。したがって、本研究は認知心理学研究にも心理言語学研究にも新たな知見を提供すると考えられる。

1-1-2. 文章理解の測定法

読みによる文章理解に限らず一般に「理解」を定義することは容易でない。Kintsch (1998) は「理解」に関して Understanding と Comprehension という 2 つの単語を挙げ、その相違を次のように説明している。

Comprehension : しばしば単一の事象または単純な事柄の知覚 Perceive または Perception であり、特に事象に対する行動を伴わない場合に用いる。

Understanding: ある事象とそれを取り巻く文脈との連合がある場合や事柄に対する行動が必要な場合に用いられる。

Kintsch (1998) は、言語が介在する場合の「理解」は、文章の書き手の意図を得るという目的を持った行為に伴うものであり、先行する文脈に合わせて個々の事象と文脈の関係性を明らかにする行為であると説明した。つまり文章理解は、上記の Understanding に相当すると考えられる。上述したように、文章理解は、複数のレベルの処理が複雑に絡み合って構成されており、それぞれのレベルにおいて文脈や事象に相当するものやそれらの関係性が異なる。本研究は、Kintsch (1998) の考えを参考にし、文章理解を構成する各レベルにおける個々の事象と文脈の関係性を明らかにすることを「理解」と定義する。各レベルの理解に伴う処理については後述する。

また「理解」の別の側面として、オフライン理解とオンライン理解という区別を考える。読み手に外的な刺激（本研究の場合は主にテキストや文字列等の記号）が与えられると、読み手はそれを処理し、最終的にその刺激に対応する安定的な表象が構築される。本研究は、そのような知識の状態およびその内容をオフライン理解と考える。一方、読み手が外的な刺激に直面してオフライン理解に達するまでの間に、様々な知識や表象が一時的に活性化したり、表象間の結び付きや非関連情報の抑制が行われたりする。本研究は、そのようなオフライン理解に至る途中過程の状態およびその内容をオンライン理解と考える。この段階では、単語の意味や品詞情報など単語が持つ複数の種類の情報に関する処理が平行的にしかも無意識に行われると考えられる。

このようなオフライン理解とオンライン理解の違いを「太郎が花子を叱った。」という文の理解を通して考えてみる。この文のオフライン理解は、文を読み終えた後の文全体が示す内容を指す。一方、オンライン理解は、単語を逐次的に処理していく中で次々に変化する。例えば「花子を」を読んだ時点で、読み手は、「目的格の名詞」という処理や「人間」・「女性」などの意味を無意識かつ同時に処理する。

本研究で取り入れたオフライン理解とオンライン理解という区別に関連して、Braze(2006)が類似の区別を行っている。Braze(2006)は、従来の文章理解テストで測定されるような理解を「産物としての理解 (comprehension as a product)」と呼んでいる。また、産物としての理解を得るまでの理解を「途中過程の理解 (process of comprehension)」と呼んでおり、その指標として読書時の眼球運動を挙げている。本研究は上述の定義や Braze (2006) を参考にして、文章を読み終えた後の内容に関する質問の正答率をオフライン理解の指標とする。また、オンライン理解に関しては、近年、様々な測定方法の発展によって推論が可能になってきた。その方法の一つは、文や文章の読み時間を測定する方法であり、セルフペーストリーディング法 (Self-paced reading) や眼球運動測定法がこれにあたる。これらの方法は、被験者が行う文や文章に関わる処理が読み時間に反映されるという前提に立っている。

セルフペーストリーディング法では、被験者が反応キーを押す度に文内の単語が前から一つずつ提示される (図 1-1 を参照)。提示された単語は、次の単語が提示されたときに見えなくなくなる (例えば「・」や「+」といった記号に置き換わる)。そのため、読み手が途中で理解内容に矛盾があると感じたり、理解が困難になったりしても、先行文脈を読み返すことができない。

眼球運動測定法は、文章の読みに特徴的な二つの眼球運動を測定する。その一つは、注視点の非常に速い移動である「サッカード」(saccade, サックードもしくは飛躍運動と訳されることもある) である。もう一つは、二つのサッカード間に見られる比較的狭い範囲に留まる運動で「停留」(fixation) と呼ばれる。視覚的に提示された文字を読めるのは、停留中に限られることが知られている (Matin, 1974)。また、停留時間やサッカードの長さは、個人間での変動が大きいだけでなく、個人内でもさまざまな条件によって変動する (Rayner, 1998 を参照)。眼球運動測定法では、セルフペーストリーディング法とは異なり、文や文章が一度にすべて提示される。したがって読み手は、自由に読み返すことができる。また、読み手がある単語に最初に停留する場合と一度読んだ箇

所を読み直して停留する場合とでは、停留中に行われる処理が異なる可能性がある (Rayner, 1998)。眼球運動測定では、これらの停留を区別しながら測定してより詳細なオンライン理解を検討することが可能である。

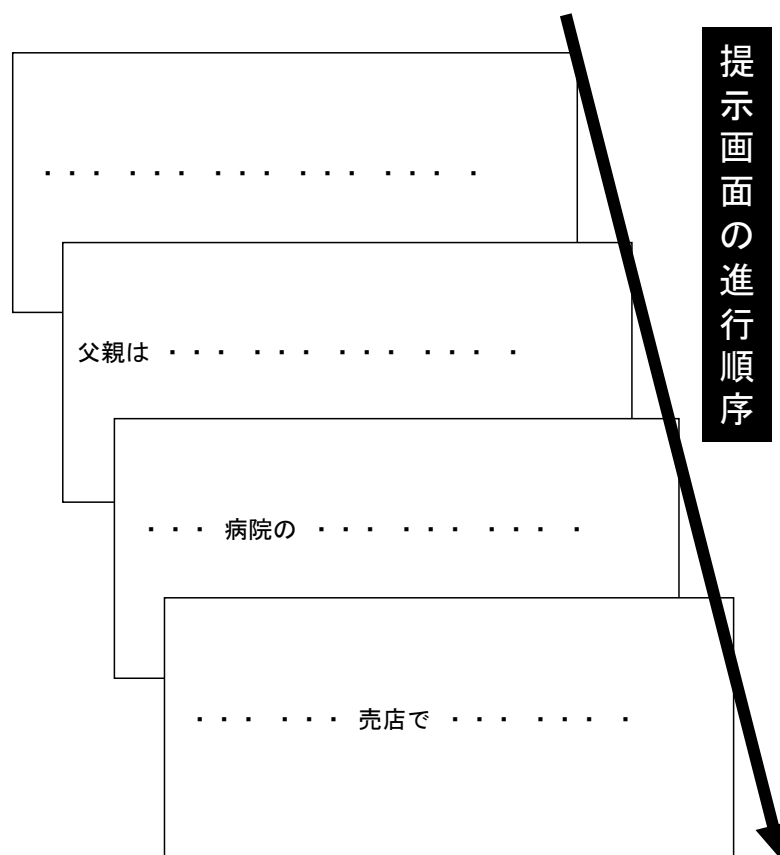


図 1 - 1

セルフペースとリーディング課題における各文節の提示方法

また、近年では、様々な認知課題遂行中の脳の活動を測定するイメージング技術が文章理解過程の検討に用いられてきている。脳のイメージングの手法として脳波計測 (Electroencephalogram: EEG) や、脳磁場の計測 (Magnetoencephalograph: MEG)、近赤外線分光法 (Near infrared spectroscopy: NIRS)、機能的核磁気共鳴イメージング (functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI) などが挙げられる。これらの測定方法は、それぞれが時間解像度もしくは空間解像度に優れているなどの異なる特徴をもつ。いずれの測定方法を用いた場合においても文章理解に伴って生じる脳の活動を測定することで、文章理解に関わる処理の脳内基盤に関する証拠が得られる (例えば Friederici, Fiebach, Schleesky, Bornkessel, & von Cramon, 2006; Kutas & Hillyard,

1980; Osterhout, Holcomb, & Swinney, 1994, Sakai, Hashimoto, & Homae, 2001, 渡邊・竹内・栗城・萩原, 2005, 先行研究のレビューとして Friederici, 2002; Kaan & Swaab, 2002)。

以上のような方法は、文章を理解するときのオンライン理解に伴う処理を検討する上で有用である。また、文章理解処理に関連する脳内基盤についてもある程度知ることができると考えられる。

本研究は、オンライン理解の成績の指標として主に各単語や文節の読み時間を用いる。一般に反応時間と反応の正確さには、トレードオフの関係が生じやすいことが知られている。つまり反応を正確にしようとするとも反応時間が長くなり、反応時間を短くしようとすれば反応の正確さをある程度犠牲にする傾向がある。このトレードオフの関係は、本研究で扱う読み時間（オンライン理解の測度）と内容理解問題の正答率（オフライン理解の測度）との間にも成り立つと考えられる。オンライン理解の成績の個人差を詳細に検討するためには、オフライン理解には個人差がないがオンライン理解にはあるのか、それとも両者のトレードオフで説明できるような個人差があるのかを明らかにしなければならない。ある被験者群が他の群と比較して読み時間の短縮か理解の正確さを優先させるならば、なぜワーキングメモリ容量や言語知識の個人差によってトレードオフにおける優先順位の付け方に相違が生じるのかを検討する必要がある。

1－2．文章理解の水準

従来の研究は文章理解を単語レベル、文レベル、文章・談話レベルという三つの下位過程に分類することが多かった。本研究でもこれらの区別を採用し、各レベルにおける認知的要因の個人差の影響を検証する。先行研究では、三つの下位過程のそれぞれに対して様々な検討がなされてきた。ここではそれらの各レベルでどのような処理が行われるのかを概説する。

1－2－1．単語レベル

単語レベルの処理では、一文字以上の文字列の並びから単語としてのまとまりを抽出し、その単語の音韻表象や意味表象が構築される。例えば「たろう」という文字列を見た場合に、読み手は各文字が「た」「ろ」「う」という文字であること認識する必要がある。また、文字の並びが「う」「ろ」「た」ではなく「た」「ろ」「う」の順であることも

考慮する必要がある。これらの認識が達成された上で「たろう」の音韻表象が[taro:]であり、人の名前「太郎」を表わしていることが理解できる。

文字列のまとまりから単語の意味を検索すること自体は、一見単純に見える。しかし、文字列から単語の意味を検索する方法について様々な可能性が考えられる。一つの可能性は、文字の順序に応じて単語の候補が絞り込まれることである。つまり、1 文字目が認識された時点でそれに合致する単語の候補だけが検索候補として残る。次に 2 文字目が認識されると、その候補の中から 2 文字目と合致するものだけが残る。このように文字の順序に合わせて単語が絞り込まれて、候補が一つになった時点で単語が同定される。別の可能性として、全ての文字が認識された時点ではじめて単語の意味を検索する方法も考えられる。つまり、1 文字目が認識されただけでは単語の検索はおこなわれず、全ての文字とその順序が決まってからそれに合致する単語が検索される。Taft (1979, 1986) は、単語の語彙判断課題（提示された文字列が意味のある単語か否かを問う）における非単語文字列に対する反応時間を指標として、文字列からの単語の意味の検索がどのように行われるのかを検討した。Taft の実験では、実際にある 2 音節で構成される単語（例えば BLEMISH）の最初の音節と一致する場合（BLEM）、1 音節で構成される単語（例えば BLEND）の一部の場合（BLEN）、1 音節の文字列の組み合わせとして実際の単語に当てはまるものがない場合（例えば BLEG）といった様々な条件において、被験者の非単語反応の反応時間を比較した。その結果、単語の最初の音節と一致する文字列（BLEM）を非単語であると答える際の反応時間は、その他の場合よりも反応時間が長かった。この結果から、英語の単語を構成する文字列は、音節を一つのまとまりとして認識されて、それを単位に単語全体の意味や音韻表象が検索されることが示唆された。

また、単語の認知の困難度を規定する様々な要因が検討されている。認知の困難度の測定は、語彙判断課題やカテゴリー判断課題（単語がどのような意味カテゴリーに属するかを問う。意味カテゴリーの例として生物・非生物、食べ物・食べられないものなどが挙げられる）や命名課題（提示された単語をできるだけ早く声に出して読み上げる）などにおける正答率や反応時間が用いられてきた。先行研究の結果は、単語の長さが長く (McGinnes, Comer, & Lacey, 1952)、出現頻度が少なく (Balota & Chumbley, 1984; Forster & Chambers, 1973)、親密度が低く (Gernsbacher, 1984; 天野・近藤, 1999)、類似語の数が多いほど (neighborhood, Coltheart, Davelaar, Jonasson, & Besner, 1977;

Andrews, 1989, 1992, 1997) 反応時間が長くなることを示しており、上記の要因は単語の理解のための困難度に影響することが示唆されている。

1-2-2. 文レベル

文レベルの処理では、文全体としての意味を構築するための処理が行われる。例えば「花子が太郎を殴った。」という文において「太郎」や「花子」といった固有名詞や「殴る」という動詞の意味を理解するだけでは、文全体の意味を理解できない。動作主（誰が）と被動作主（誰を）を格助詞（が・を）から特定することで文としての意味がはじめて理解される。このような処理は、言語学の領域で用いられるような統語構造によって表現可能である。また、心理言語学の分野では、このような統語構造の理解が心的にどのように実現されているのかが検討されてきた。これまでの研究から、人は文を理解する際に文の先頭から単語を逐次的に処理していく知見が数多く得られている（例えば Altmann & Kamide, 1999; Kamide, Altmann, & Haywood, 2003）。そのような処理を仮定した代表的な理論の一つがガーデンパス理論である（Frazier & Fodor, 1978 ; Frazier & Rayner, 1982 ; Ferreira & Clifton, 1986, 名前の由来になっているガーデンパス現象については後述する）。この理論は、文理解において各単語の品詞情報から最も単純な文構造もしくは最も頻度の高い文構造が最初に作られることを仮定している。もし、最初の構造解析が誤りであると判明すれば、読み手によって文の構造が再解析されと考えられる。ガーデンパス理論は単語の品詞情報のみから文の構造に関する解析が行われると仮定していることが特徴的である。また、ガーデンパス理論とは異なり、単語の品詞情報以外の情報も文構造の構築に影響と仮定した理論の一つに制約依存モデルがある（MacDonald, Pearlmutter, & Seidenberg, 1994; Sedivy & Spivey-Knowlton, 1994 ; Trueswell & Tanenhaus, 1994）。このモデルも単語を逐次的に処理する点は、ガーデンパス理論と同じである。しかし、制約依存モデルは単語の品詞情報だけでなく意味や先行文脈の情報も文構造の構築するための手がかりとなると仮定する。どちらのモデルにおいても統語構造が複雑になればなるほど処理負荷が増大し、それを反映するように読み時間の増加が見られると考えられている。

1-2-3. 文章・談話レベル

複数の文で構成される文章では、文と文のつながりが重要である。また、文章を読む

場合には、単語レベルや文レベルの理解とは異なる処理が生じることもある。Haviland & Clark(1974)は、二つの文を提示し、先行文と後続文の間に共通の単語がある場合とない場合における後続文の読み時間を測定した。その結果、先行文に含まれる単語が後続文でも繰り返される場合は、繰り返されないときに比べて後続文の読み時間が短かった。この結果は、先行文で既に述べられている既知情報が後続文の理解を促進させることを示唆している。

また、数多くある文のそれぞれを理解するだけでなく、それらの関係を理解することで文章全体の意味が生じてくる。文章理解研究においてこのような文章全体の意味は、メンタルモデル（mental model）や状況モデル（situation model）と呼ばれる（Johnson-Laird, 1983; Kintsch, 1998）。状況モデルの具体例として Kintsch（1994）の「中隔欠損症」に関する状況モデルが挙げられる。Kintsch（1994）は、(1) のような二つの文から構成される短い文章の理解に関する状況モデルを説明した（Kintsch, 1994 では英語のテキストが挙げられている。ここでは分かりやすさを重視して筆者の訳を用いる）。

- (1) 心臓に中隔欠損のある乳児は、肺で二酸化炭素を含んだ血液を十分に取り除くことができない。したがって血液が紫色である。

この文章を理解するためのポイントは、「肺で二酸化炭素を含む血液を取り除けないこと」と「血液が紫色である」との間にある原因と結果の関係を明らかにすることである。そのためには、読み手が図 1－2（a）のような血液の循環に関する状況モデルを既有知識としてもつ必要がある。さらに一文目の「中隔欠損」の意味を考慮して図 1－2（b）のような状況モデルが読み手によって作成されれば、最初の文と次の文が上述したような関係として理解される。この例のように文章を構成する各文が示す内容を組み合わせると、文章が指し示す最も重要な内容（状況モデル）が作られる。

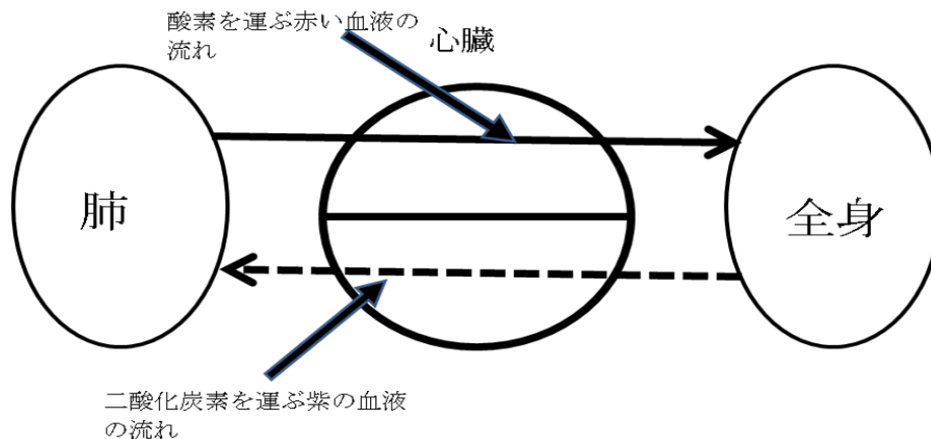


図 1 - 2 (a)

読み手の既有知識にある状況モデル

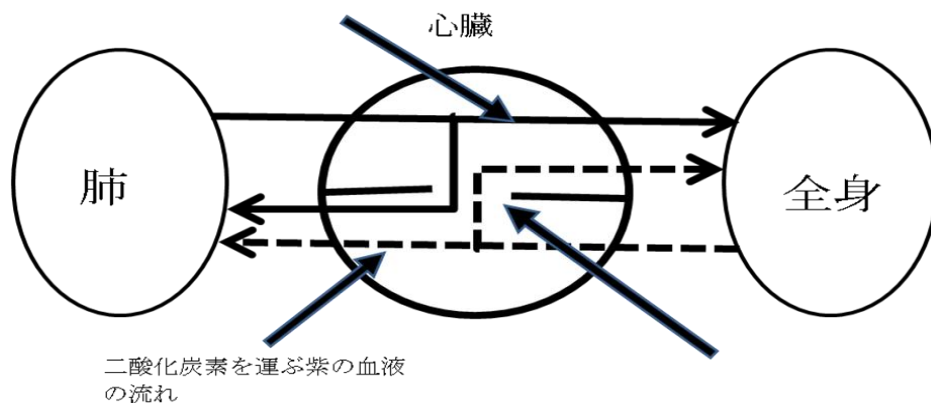


図 1 - 2 (b)

文章理解後に作られる状況モデル

また、文章理解している最中の状況モデルの構築・更新について検討した研究も数多くある。井関（2004）は、そのような研究を三つの立場にまとめて論じている。第1にコンストラクショニスト理論（Graesser, Olde, & Klettke, 2002; Graesser, Singer, & Trabasso, 1994; Graesser & Wiemer-Hastings, 1999; Singer, Graesser, & Trabasso, 1994）は、意味的なまとまりの良さ（整合性）とイベントが起きる理由を基にして推論が起ることを仮定する。意味的なまとまりの良さは、現在読んでいる文と先行文脈の意味的なまとまりについての評価が行われることを仮定する。読み手は、まとまりの悪いつながりに対してそれを改善するために推論を行うと考えられる。イベントが起きる理由は、読み手が文章内に述べられた事柄が起きる理由を想起することを仮定している。

文章内の事柄の生起理由が自明でないと、読み手は、それに関する推論を行うと考えられる。

第2に共鳴モデル (Albrecht & Myers, 1995, 1998; Albrecht & O'Brien, 1993; Myers & O'Brien, 1998; Myers, O'Brien, Albrecht, & Mason, 1994; O'Brien & Myers, 1999; O'Brien, Rizzella, Albrecht, & Halleran, 1998) は、テキストを構成する単語とそれに関連する知識が自動的・受動的に活性化されることを仮定する。活性化される関連知識は、先行文脈と読み手の既有知識の両者を含んでいる。この活性化の過程は受動的であるので、活性化のために処理負荷が高まるとは考えられていない。また活性化は、自動的に起こるので、必ずしも文脈に沿ったものだけが活性化されるわけではなく、文脈上では不適切な知識も活性化されると考えられている。

第3にイベントインデックスモデル (Magliano, Zwaan, & Greasser, 1999; Zwaan, 1999; Zwaan, Langston, & Greasser, 1995; Zwaan, Magliano, & Greasser, 1995; Zwaan & Radvansky, 1998; Zwaan, Radvansky, Hilliard, & Curiel, 1998) は、文章理解における推論が時間性・空間性・同一性・因果性・動機の五つの独立した次元に沿って行われることを仮定する。井関(2004)は、先行研究の結果をまとめて、いずれのモデルに依拠する場合においても文章内の整合性が低かったり矛盾が生じたりすれば、それを解消するための推論が起こり、文章の読み時間を上昇させると結論付けている。また、上記の三つのモデルは、対立するものではなく、一つの枠組みとして補完的に働く可能性があると論じている。

さらに、文章・談話レベルの処理では、テキストに明示されている内容だけでなく、テキストを手がかりとした読み手の既有知識の使用がスムーズな文章理解に重要な役割を果たすことも知られている (Bransford & Johnson, 1972 の「衣類の洗濯」の例が有名である。これについては詳細を後述する)。

2. 文章理解の個人差

本章は、文章理解の個人差を検討する上での代表的な二つのアプローチを紹介し、先行研究の結果を概観する。

2-1. 単語レベル、文レベル、文章・談話レベルの理解の関連

文章理解の個人差を検討する方法の一つは、一般的な文章理解能力の高い人と低い人を最初に特定し、その能力の違いが文章理解のどのレベルの処理を反映しているかを検討することである。また、それとは逆向きに、単語レベルまたは文レベルでの理解力の個人差を先に測定し、その違いが他のレベルの理解にも影響するかどうかを検討することもできる。

文章理解成績と関連性の高い下位過程の一つは、単語レベルの処理である。Perfetti (1985)は、言語的処理の効率性理論 (Verbal Efficiency Theory) において、文章理解が正確に行われるためには、単語の意味表象の構築が正確でなければならないとしている。つまりこの理論は、読み手が正確な単語レベルの意味表象を構築できるほど文章全体の理解も高くなると考えている。また、読み手の意味表象の正確さに加えて意味を検索する時間も文章理解成績に反映されると仮定している。読み手が意味の検索に時間がかかるほど、それに伴うワーキングメモリ容量の消費が増加するので、意味の検索以外の処理（統語構造の構築や複数の文の意味内容の整合性を高める処理など）に割り当てるワーキングメモリ容量が少なくなると仮定している。Bell & Perfetti (1994)は、成人を対象に文章理解の下位過程の間の関連を検討した。標準化された一般的な文章理解テストを実施し、その成績にもとづいて文章理解能力の高群と低群に被験者を分類した。さらに、両群に対して二つのアルファベットの異同判断課題（提示された二つの文字が同じか異なるかを判断する）、単語の命名課題（視覚提示された単語の音読）、語彙判断課題（提示された文字列が意味のある単語であるかどうかの判断）などを実施し、両群の成績を比較した。その結果、高群は低群と比較して、単語の命名や語彙判断にかかる時間が短いことが示された。この結果は、上記の言語的処理の効率性理論を支持している。同様の結果は、小学生を対象とした場合にも得られている (Hogaboam & Perfetti, 1978; Perfetti, Finger, Hogaboam, 1978; Perfetti & Hogaboam, 1975)。Perfetti & Hogaboam

(1975)は、小学校3年生と5年生を対象に文章理解成績の高い人が低い人よりも単語の命名潜時が短いこと、特に頻度の低い単語でその傾向が著しいことを示している。Perfetti et al. (1978) は、小学校3年生を対象として文章理解課題と単語、数字、色の命名課題を実施した。課題間の関連性を検討して、単語の命名にかかる時間は文章理解成績が高いほど短いことを示した。しかもこの傾向は、音韻的により長い単語を命名する場合に顕著だった。その一方で、数字や色の命名にかかる時間には、文章理解成績の個人差の影響は見られなかった。

以上のような結果は、文章理解成績の高い人ほど単語の認知が速いことを示唆している。さらに出現頻度の低い単語や非単語の文字列の命名も文章理解成績の個人差との関連性が見られた。この結果は、文章理解成績の個人差が単にどのくらいの数の単語を知っているかだけでなく、文字から音韻的な表象を作る効率にも影響されることを示唆している。

北尾他(1983)も小学生を対象に文章理解の下位過程を検討している。北尾他(1983)は、文章理解が語識別(3文字以上の言葉を文字列から抜き出す課題)、文理解(文の意味に沿った語句を文中の空欄に補充する課題)、文章記憶(文章を読んだ後で内容に関する記憶を問う課題)、推論(文には明示されていない意味を読み取る課題)といった下位過程から構成されると仮定し、それぞれの下位過程を測定する課題(上記の括弧内の課題)を実施した。その結果、四つの下位過程の課題成績は学年が上がるにつれて上昇し、課題間の成績には、互いに有意な正の相関が見られた。また、各学年において総合得点の高低は、全ての下位過程の影響を受けることが示された。さらに、高学年の児童を全課題の総得点によって高得点群と低得点群に分けて、語彙判断課題の成績を比較した。語彙判断課題では単語が埋め込まれている文字列が全体として意味をなす場合となさない場合があった。その結果、高得点群の児童は、意味をなす文字列において無意味な文字列の場合よりも多くの単語を同定した。一方、低得点群では、文字列の意味・無意味が単語の同定に影響しなかった。この結果は、読み能力の高い児童ほど意味的文脈を使用しながら単語を同定していることを示唆している。

また、多くの先行研究は、文章理解成績の個人差が複数の文にまたがる推論過程と関連を持つことを示している。Frederiksen(1981)は、文末語が空白になった文を読んで、後から提示されるそこに当てはまる単語をできるだけ早く読む課題を行った。その結果、一般的な読解力の高い被験者群では、提示された単語が先行する文から予測され

易いほど読み時間が短かったが、読解力の低い群では、そのような文脈による予測の効果が見られなかった。この結果は、文章理解成績の高い人ほど今読んでいる単語と先行文脈を統合する処理が優れていることを示唆している。

Long, Oppy, & Seely(1994)と Long & Chong(2001)は、先に述べた文章理解中の推論過程に文章理解成績の個人差の影響が現れるかどうかを検討した。Long et al. (1994) は、(2)のように二つの文から構成される文章を提示して、被験者に文章内容の理解を求めた。また、文章の理解と同時に行う二重課題として、アスタリスクで囲まれた文字列(例えば***money***)が提示された場合にはその単語に関する単語・非単語の判断を行うように求めた。

- (2) The townspeople were amazed to find that all the buildings had collapsed except the mint. Obviously, it had been built to withstand natural disaster.

(町の住民は、造幣局以外の建物が倒壊しているのを目の当たりにして驚いた。明らかに、その造幣局は自然災害にも耐えられるように建てられていたのだ。)

刺激文章は、多義語(例えば(2)の mint は造幣局もしくは薄荷の意味がある。)を含んでおり、単語・非単語の判断を行うターゲット語は多義語の出現直後に提示された。ターゲット語は、多義語のうち文脈上適切な意味(つまり造幣局)に非常に関連した語(money)、多義語のうち文脈上不適切な意味(つまり薄荷)に関連した語(candy)、パラグラフの話題に関連した語(earthquake)、パラグラフの話題に関連しない語(breath)の場合があった。被験者は大学生で、言語的学業適性検査(Verbal Scholastic Aptitude Test)の得点に基づいて言語能力高群と低群に分けられた。実験の結果、言語能力高群の被験者は、多義語のうち文脈上不適切な意味に関連した語に比べて、文脈上適切な意味に関連した語の語彙判断の時間が短かった。この結果は、ターゲット語の前に出現した多義語に関して文脈に適切な意味だけが処理されたことを示唆する。また、言語能力高群は、パラグラフの話題に関連しない語よりも関連した語の語彙判断課題の時間が短かった。この結果は、言語能力高群がパラグラフの話題を常に活性化させながら文を読み進めているためであると解釈された。言語能力低群においても多義語のうち

文脈上適切な意味に関連した語は、文脈上不適切な意味に関連した語よりも語彙判断にかかる時間が短かった。この結果は、言語能力低群においても多義語について文脈上適切な意味が選択されていることを示唆している。一方、パラグラフの話題に関連する語と関連しない語の語彙判断にかかる時間には、違いが見られなかった。

Long & Chang (2001)は、現在読んでいる文の意味と先行文脈の意味の整合性が低くなると読み時間が長くなるという先行研究 (Albrecht & O'Brien, 1993) の知見に基づき、文章理解能力の高低によって文章理解中の整合性の判断に違いが見られるかどうかを検討した。被験者は、一文ごとに提示される文章を読んで、内容に関する問題に答えた。この研究では、先に挙げた目的から、読み時間が主に検討された。読み手が例えば「佐藤は他人と肌を触れ合わせながら行うスポーツが大嫌いだった。」という文を読んだ後で「佐藤はボクシングジムに入門した。」を読む場合は、先に「佐藤は他人と肌を触れ合わせながら行うスポーツが大好きだった。」という文を先に読む場合と比較して読み時間が長くなると仮定された。被験者は、あらかじめ実施された文書理解能力テストの成績に基づいて文章理解能力高群と低群に分けられており、文章の整合性が低くなる場合の読み時間の増加量が文章理解能力の高群と低群とで比較された。その結果、先に述べられた情報と整合性が低くなる情報が提示文章内で接近している場合には、高群・低群ともに同程度の読み時間の増加を示した。しかし、先に述べられた情報と整合性が低くなる情報の間にいくつか別の内容に関する文が挿入されている場合には、高群のみが整合性の低い条件において長い読み時間を示した。Long et al. (1994) や Long & Chang (2001) の結果は、文章を読むときに文章全体の話題や整合性を意識する程度が文章理解能力の高い読み手ほど高いことを示唆している。

また、眼球運動を指標として読書の熟達化の過程を検討したり、熟達者と初心者の読みを比較したりする研究も行われている。1-1-2で述べたように、読書中の眼球運動は、サッカードと停留によって特徴づけられる。先行研究は、文字の読み方の獲得以降、発達に伴って一度の停留の持続時間が短くなり、サッカードの長さが長くなり、同一単語の再停留および読み返しの回数が減少することを示している (Taylor, 1965; McConkie, Zola, Grimes, Kerr, Bryant, & Wolff, 1991)。このような発達的变化の一因として言語知識の蓄積が考えられる。つまり読み手は、知識を蓄積することによって一つ一つの単語の意味を検索する時間を短縮させ、テキストと既有知識を効率的に統合できるようになると考えられる。この考えと一致して、成人を対象とした研究でも文章理

解成績の高い被験者は、成績の低い被験者に比べてサッカードの長さが長く、停留時間が短く、読み返しの回数が少ないことが知られている (Rayner, 1978)。

日本語を材料とした研究は、英語圏に比べて圧倒的に数が少ない。国立国語研究所 (1960) は、小学校児童が文章を読む際の眼球運動を測定して、学年が上がるにつれて全体的な読み時間、読み返しの回数、停留回数、一回あたりの停留時間がそれぞれ減少することを示した。この結果は英語圏の結果と一致している。しかし、この研究では被験者や材料が非常に限られている。また、測定方法も現在ほど発展しておらず、各停留がどの単語を注視したものなのかが特定されていないという欠点を持つ。

斎田 (2004) は、成人を対象に読みの眼球運動の個人差を検討した。斎田 (2004) は、読み速度が速い人の群・遅い人の群・普段の読み速度はほぼ平均的だが訓練によって読み速度を速い人と同じレベルにまで一時的に速めた人の群という三つの群の文章理解における眼球運動と理解成績を比較した。被験者は、文章を読んだ後で、要約的な理解に関する問題と文中に出現した単語の再認課題に解答した。その結果、文章全体の要約的な理解の程度は、三つの群で差がないが、再認課題では訓練によって読み速度を速めた人の群は、他の2群よりも成績が低かった。つまり、一時的に読み速度を速めることが、単語の再認で測定されるような文章内の内容の詳細な理解の程度を低めてしまうことが示唆された。また、読み速度の速い人の群と遅い人の群の眼球運動パターンに関して、読み速度の速い人の群は、サッカードの長さがより長く停留時間が短かった。しかし、文章の要約的な理解、単語の再認成績には読み速度の速い人の群と遅い人の群の差がなかった。以上の結果から、読み速度の速い人の群は、理解の程度を犠牲にせずに速く読み進めていたと考えられる。また、この結果は、文章レベルのオンライン理解が眼球運動を指標に測定可能であることを示している。

以上のような研究をまとめると、文章理解における個人差は、単に文章に関わる推論や先行文脈と現在読んでいる箇所の統合の成績だけによるものではなく、単語の意味検索や文レベルの処理も文章全体の理解の個人差に寄与すると考えられる。

2-2. 認知的要因による文章理解成績の予測

文章理解の個人差を検討するもう一つのアプローチでは、認知要因の個人差をあらかじめ測定し、その個人差と文章理解に関わる様々な指標との間に関連が見られるかどうかを検討する。認知的な要因の例として、ワーキングメモリ容量や長期記憶容量、実行

機能 (executive function)、認知スタイル (衝動型と熟慮型、場独立―場依存) などがある。本研究もこのアプローチをとる研究の一つであり、長期記憶の一種である言語知識とワーキングメモリ容量の個人差と文章理解成績の個人差の関連性を検討する。先行研究の成果などは次章 (3-1-4 および 3-2-2) で概観することとする。本節では、文章理解過程の個人差を検討する研究と文章理解成績と認知的要因の個人差の関連性を検討する研究の関係と二つのアプローチを組み合わせる利点について述べる。

先の第 1 のアプローチでは、文章理解が複数の下位過程から構成されることを前提としており、文章理解成績の高い人が特にどのような下位過程の処理に優れているのかを明らかにすることを目的としている。一方、第 2 のアプローチでは読み手の認知的な能力が文章理解成績に影響することを前提とし、どのような認知的な能力の個人差が文章理解成績の個人差と関連するのかを明らかにすることを目的としている。これらのアプローチは文章理解の個人差を別の側面から捉えており、互いに相補的である。また、両者を統合したアプローチを考えることも可能である。つまり、あらかじめ認知的な要因の個人差を測定しておき、文章理解全体の成績だけでなく文章理解を構成する下位過程についても認知的な要因の個人差の影響を検討することができる。いかなるメカニズムによって認知的要因が文章理解の個人差を生み出すのかを明らかにするためには、このような統合的アプローチが非常に有効であると考えられる。この利点に着目し、本研究では二つのアプローチを組み合わせることを試みる。

3. 文章理解に関連する認知的要因

3-1. ワーキングメモリ容量

3-1-1. ワーキングメモリとは

ワーキングメモリとは、情報の保持と処理の両者を担う記憶のシステムである (Baddeley, 1986)。先行研究は、人間の様々な認知的な活動にワーキングメモリが重要な役割を果たすことを明らかにしている。例えば、言語を理解するために必要な処理とその結果の一時的な保持には一定の容量があることが示されている (例えば Daneman & Carpenter, 1980)。また、視覚的に提示された事物を一度に記憶する際にもある容量があることが知られている (例えば Luck & Vogel, 1997)。また、近年はメロディのワーキングメモリも研究されている (例えば Hutchins & Palmer, 2008)。このようにワーキングメモリは、様々な研究領域で扱われる概念である。ワーキングメモリの領域固有性について、異なる処理ごとにワーキングメモリがあるのか、それとも領域普遍で単一のワーキングメモリがあるのかは現在も議論されている (Miyake & Shah, 1999 を参照)。本研究は、ワーキングメモリに関して特に言語の理解に用いられるワーキングメモリに対象を限定する。よって、以下の議論では特に言及しない限り、ワーキングメモリは言語的なワーキングメモリ (Verbal working memory) のことを指すこととする。

ワーキングメモリは、その定義に情報の処理を含むという点において数唱課題や単語スパン課題で測定されてきたような伝統的な短期記憶の概念とは異なる。日常生活においてワーキングメモリが活用される例として暗算を考える。例えば 76×38 という掛け算を暗算で行うとする。計算はまず 6×8 を行い、結果の 48 をワーキングメモリに保持する。次に十の位の 70×8 の答として 560 が得られるので、先ほどワーキングメモリに保持しておいた 48 を足し合わせて 608 が得られる。これを再びワーキングメモリに保持しながら、次は、 6×30 を行い、答の 180 を再びワーキングメモリ内にある 608 に足して 788 となる。もう一度この結果をワーキングメモリに保持しながら、 70×30 を行って、答の 2100 と保持されている 788 を足し合わせて 2888 となり、これが最終的な答えとなる。この例が示すように、ワーキングメモリでは計算処理の結果が保持されながら別の計算処理を行われたり、保持された内容が再び処理に用いられたりする。このよ

うな処理と保持の繰り返しによって複雑な問題を解決することができると考えられる。したがって、ワーキングメモリ容量とは単純な情報処理ではなく、処理と保持で共有される認知的な容量を指す。これまでに様々なワーキングメモリのモデルが提案されているが、それらのモデルの共通の特徴として容量に制限があることが挙げられる (Miyake & Shah, 1999)。

3-1-2. リーディングスパンテスト

3-1-2-1. リーディングスパンテストの方法

上述したように、ワーキングメモリの最大の特徴の一つは、容量に制限があることである。ワーキングメモリ容量を測定するためには、保持のみを課す課題ではなく、処理と保持を同時に課す課題が必要となる。その代表的なテストが Daneman & Carpenter (1980) が作成したリーディングスパンテストである。このテストでは、被験者はいくつかの意味的に無関連な文を音読しながら各文の最後の単語を記憶する。そして、全ての文を音読し終えたところで文末語の再生を求められる。すなわちこのテストでは文章の音読という「処理」と文末語の「保持」が同時に求められることになる。

リーディングスパンテストでは、文を音読するという処理がワーキングメモリ容量の多くを消費すると考えられている。したがって、容量の高い人ほど文末語の保持に割り当てられる容量が増えるので、多くの文末語を保持することができると仮定される。ただしリーディングスパンテストが測定している内容について、Daneman & Carpenter (1980)の研究以降、様々な仮説が提案されている。それらは、研究者間にあるワーキングメモリモデルの違いを反映しており、いまだにどの仮説とモデルが最も妥当であるかという問題の一致した見解は得られていない (三宅・斉藤, 2001)。この問題の詳細については後述する。

ちなみに、リーディングスパンテストでは、以下のように得点化がなされる。一試行において二つの文を読んで各文の文末語を保持する試行を 5 回行い、3 試行以上でどちらの文末語も再生できた場合にはスパンは 2 となる。次に、一度に三つの文を読む条件を続ける。最高でこれを一度に五つの文を音読する条件まで続ける。

Daneman & Carpenter (1980, Exp. 1) におけるスパン得点の平均は 3.15 であった。この値は、Miller (1956) が示した伝統的な短期記憶の容量である 7 ± 2 と比較すると

非常に低い。また、文を音読する代わりに聴覚提示された文を聞いて、その文の意味の容認性判断（文法的であるか否かではなく、現実的にあり得るか否かを判断する。例えば「花子はフライパンを買った。」ならば容認可能であり「花子はフライパンを貯金した。」ならば容認不可能である。）を行いながら、文末語を記憶するリスニングスパンテストも作成された（Daneman & Carpenter, 1980, Exp. 2）。リーディングスパンテストとの相関は $r = .80$ と非常に高かった。この結果は、スパンテストで測定されるワーキングメモリ容量が特定の処理様式（読み・聴き）に依存しないことを示唆している。

3-1-2-2. ワーキングメモリ課題の特徴と文章理解との関連

先行研究では、リーディングスパンテストやリスニングスパンテストだけでなく、手続きの若干異なる様々なスパンテストがワーキングメモリ容量の個人差の測定に用いられている。このようなワーキングメモリ課題は、言語に関わる様々な課題の成績の個人差を説明する要因となることが示されている。個々の先行研究の結果は後述するが、ここでは、Daneman & Merikle (1996)が行ったスパン得点と言語課題成績の関連性についてのメタ分析を紹介する。Daneman & Merikle (1996)は 77 の研究結果について以下の 2 点を検討した。

第 1 にワーキングメモリ課題における処理と保持の内容と言語理解課題成績との関連が検討された。ワーキングメモリ課題では、処理と保持が同時に課されるが、言語的な処理課題（音読）と言語的な保持課題（単語の保持）を組み合わせた課題（リーディングスパンテスト）だけでなく、非言語的な処理課題（暗算）と言語的な保持課題（単語の保持）を組み合わせた課題（オペレーションスパンテスト, Turner & Engle, 1989）もある。Daneman & Merikle (1996)は、Daneman & Carpenter (1980)で見られたようなワーキングメモリ課題と言語課題の成績との間の正の相関関係が、言語的な処理と言語的な保持が組み合わせられたために見られるのか、処理もしくは保持のいずれか一つの課題が言語的であれば見られるのか、それとも処理と保持の二重課題であれば処理と保持の内容は言語的でなくても見られるのかを検討した。処理と保持の内容（言語的・非言語的）によってワーキングメモリ課題を四つに分類し、分類された各タイプの課題と言語理解課題成績（読みによる文章理解課題成績と読みと聞きによる単文の理解課題の成績を含んでいる）の相関係数を推定した。その結果、保持課題が言語的であることが言語理解課題成績との正の相関関係が生じるための必要条件であることが示された。

しかし、処理課題の内容が言語的であるときと非言語的であるときで言語理解課題成績との相関の高さは変わらなかった。

第2に刺激（単語などの言語刺激と矢印の指す向きのような非言語刺激を含む）の保持のみを課す課題に比べて、処理と保持の二重課題は、言語理解課題成績の予測力が高いのかどうかを検討された。複数の研究から推定された相関係数を指標とすると、言語的な刺激の保持のみを課す課題も言語理解課題成績を有意に予測できることが示された。さらに、処理と保持の両者を課す課題（ワーキングメモリ課題）の言語理解課題に対する成績の予測力は、保持のみを課す課題よりも高くなることが示された。

さて、リーディングスパンテストでは、単語の記憶に加えて文の音読という二重課題が課される。しかしテストの成績は単語を保持できた数に基づいており、処理に係る能力の個人差についての積極的な検討が行われていない。以下では処理の要因の一つとして文の音読に関わる処理について考察する。

3-1-2-3. 文の音読過程

文の音読を正確に行うには、単語の音韻的・意味的情報の正確な処理に加えて、文の統語構造の処理も必要である。そのような音読過程を研究する一つの方法として読み誤りのパターンの検討がある。音読時の読み誤りの種類は多く、その原因も非常に多岐にわたると考えられる。小学生を対象とした音読時の読み誤りの分類調査は、読み誤りを「読み間違え」、「飛ばし読み」、「置き換え読み」など大きく10種類に分類し、さらにその下位分類として41に細分化している（国立国語研究所、1955）。同じ調査において、分類された読み誤りが発達に伴ってどのように変化するかも検討されている。さらに、読み誤りが生じる原因として、児童生徒上の問題、文字言語上の問題、学習指導上の問題が指摘されている。ただし、それぞれの誤りがどの問題に起因するかを特定することは、困難であると結論付けられている。確かに、一つ一つの誤りの原因を明らかにすることは不可能に近い。本研究は、ワーキングメモリ容量・言語知識の個人差が読み誤りの生起数を予測し得るのか、またどのようなパターンの読み誤りと関連するのかを検討する。得られた知見を通して音読過程におけるワーキングメモリ容量と言語知識の役割に関する理解が深まると期待される。

3-1-2-4. 読み誤りとワーキングメモリ容量の関連性

ワーキングメモリ容量と読み誤りとの関連について、後述する様々なワーキングメモリモデルからいくつかの可能性が考えられる。Daneman & Carpenter (1980) のワーキングメモリに関する単一処理容量モデル（モデルの詳細は後述する）では、文章理解における様々な下位過程は、唯一の処理資源としてのワーキングメモリを共有すると仮定されている。音読に見られる読み誤りや言いよどみは、音読に必要な処理（単語の意味や音韻表象の検索、文の統語構造の構築など）に必要とされるワーキングメモリ容量が使用可能なワーキングメモリ容量を上回ったために生じると考えられる。さらに単一処理容量モデルでは、ワーキングメモリ容量をリーディングスパンテストで測定することが可能であると考えられている。これらをまとめると、リーディングスパンテストで高得点をあげる人はワーキングメモリ容量が高いと考えられるので、文の音読時の言い誤りおよび言いよどみは少なくなると予測される。また文理解に関わる様々な処理が一つのワーキングメモリ容量の中で行われるので、様々なタイプの読み誤りの生起にリーディングスパンテスト得点の個人差が関連すると考えられる。

また単一処理容量モデルとは異なり、Caplan & Waters (1999)の複数処理容量モデル（モデルの詳細は後述する）では、リーディングスパンテスト得点が意識的な処理に関わる処理容量を測定しており、それは読み理解における統語処理や意味処理を担う処理容量とは別であると仮定している。つまり、音読中の読み誤りとリーディングスパンテスト得点は、異なる処理容量を反映していると考えられる。したがって、このモデルは、音読中の読み誤りとリーディングスパンテスト得点との間の相関係数が小さくなることを予測する。

西崎・苧阪（2000）は、文章を音読する時の読み誤りを測定してリーディングスパンテスト得点の高い人は低い人に比べて読み誤りが少ないことを示した。この結果は、上述の単一処理容量モデルを支持している。

3-1-2-5. 単語の保持方略

リーディングスパンテストでターゲット語を効率よく保持するためには、単語の記憶と文の音読を同時に達成するための注意の配分が重要である。テストでは同一試行内の文は、意味的に無関連である。したがって、先行する文を文脈上の手掛かりとして後続

の文を予測したり、前後関係を統合したりするといった日常的に用いられるような文章理解方略を用いて、文の音読のための負荷を低減させることができない。しかし、何らかの記憶方略を使用して注意の配分を効率的に行えば、より多くのターゲット語の再生が可能になると考えられる。系列提示した単語再生課題で使用される記憶方略の例として定位法・物語連鎖法・イメージ法などがある (Loftus & Loftus, 1976 ; 清水, 1995)。リーディングスパンテストでもこのような記憶方略を使用してターゲット語の関連付けが行われる可能性があるので、以下で考察する。

スパン得点と方略の使用に関しては三つの仮説が挙げられる。第 1 にほとんど全ての人がほぼ同一または一定の組み合わせの方略を用いると仮定する。第 2 にある方略を用いて単語を保持しようとしたが、それほどうまくいかなかった場合、別の方略へとスムーズに切り替えることでターゲット語の保持に有効な方略を発見する可能性が高くなると考えられる。また、先に出現したターゲット語と現在のターゲット語の組み合わせや現在音読している文とターゲット語の組み合わせによって使用方略を柔軟に切り替えることもスパン得点の上昇につながると可能性がある。この場合、使用する方略の種類が多い人ほど単語保持の効率が高く、結果として高いスパン得点となることを予測する。第 3 に、特定の方略がリーディングスパンテストにおける単語の保持に特に有効であると仮定する。これが正しいならば、リーディングスパンテスト得点は特定の方略の使用と関連しており、使用される方略の種類豊富さとは関連しないと考えられる。

リーディングスパンテストのターゲット語の記憶に用いられる方略に関して、西崎・荳阪 (2000) はリーディングスパンテスト実施後の内観報告を分析している。西崎・荳阪 (2000) では (1) 物語をつくる (2) イメージを思い浮かべる (3) 他のものとターゲット語を関連付ける (4) リハーサルする (5) 頭文字を音韻的につなげる (6) 文字の形態を記憶するという六つの方略の使用数とリーディングスパンテスト得点の関連を検討した。その結果、リーディングスパン得点の高い人ほど数多くの方略が使用されることを報告している。この結果は上記の第 2 の仮説と一致しており、スパン得点の高い人は多くの方略を使用することで単語の保持を効率的に行っていると考えられる。

3-1-3. ワーキングメモリのモデル

これまでにワーキングメモリに関するモデルが数多く提案されている。本節では様々なモデルの特徴を説明する。

3-1-3-1. 単一処理容量モデル

単一処理容量モデルは Daneman & Carpenter(1980)によって提案され、後に Just & Carpenter (1992)で拡張された。このモデルは、さまざまな表象（単語の意味、文の構造など）が処理または保持される際に活性化されることを仮定する。さらに活性化のためにワーキングメモリを消費すると考えている。

このモデルの主な特徴として言語に関わる処理とその処理の結果の保持が同一のワーキングメモリを消費することが挙げられる。そのため、処理によって多くのワーキングメモリが消費されると、保持に割り当て可能なワーキングメモリが少なくなるといったトレードオフが生じる。文章を読んでいる間、テキストに示された文字列が視覚を通じて入力されると、単語の品詞・意味などが長期記憶からの想起によって活性化されてワーキングメモリ内に保持される。この際、それぞれの情報を保持するためにワーキングメモリが消費される。単語に関連するこれらの情報は、その活性化水準が閾値を下回らない限りワーキングメモリ内にあり、文章理解のための処理に用いられると考えられる。しかし、使用可能なワーキングメモリが不足して、十分な活性化を得られない情報は、ワーキングメモリ内から消失すると考えられている。

ワーキングメモリから消失した情報が後続の文章理解に必要な情報であった場合には、文章理解の結果に大きな影響を及ぼすと考えられる。例えば「警察官が昨日、コンビニの前で捕まった犯人に尋問した。」という文を読む場合、最初の単語の「警察官が」は主格名詞句であり、人間であるという意味に加えて警察官という職業に関する知識も活性化されると考えられる。次に「昨日」という副詞や「コンビニの」、「前で」といった単語も同様に情報が活性化される。さらに「捕まった」を読んだ時点で読み手に十分なワーキングメモリ容量があれば警察官の職業に関する知識（常識的に警察官は、捕まることよりも捕まえることの方がずっと多いという事実に関する知識）と「捕まった」という動詞の意味に矛盾が生じるので「捕まった」の主語を「警察官」と解釈しないかもしれない。しかし読み手に十分なワーキングメモリ容量がなければ警察官の職業に関する知識が十分な活性化を受けることができずにワーキングメモリ内から消失する。その場合、読み手が「捕まった」を読んだ時点で「警察官が」と「捕まった」の間の意味的な矛盾が検知されず、「捕まった」の主語が「警察官」と解釈される可能性が高い。そしてその解釈は、次に出てくる犯人によって誤りであることが判明する。文の再解析に関わ

る処理もワーキングメモリを消費するのでワーキングメモリ容量の低い読み手は最終的に正しい解釈を構成することができない可能性がある。

Just & Carpenter (1992) は Daneman & Carpenter (1980) のモデルを発展させて個人内で活性化可能な処理容量に個人差が生じると主張した。また、処理される情報がワーキングメモリ容量を消費するだけでなく、ある心的な処理を行うためのプロダクションルール (If ～, then ～で表現可能な形式のルール) が活性化される際にもワーキングメモリが消費されると仮定した。さらにワーキングメモリ内から情報が消失する要因の一つとして、他の情報やプロダクションルールの活性化による置き換えを提案した。ワーキングメモリ内で使用可能な容量が認知課題の遂行に必要な容量よりも少ないときに、古い情報を保持するための容量のいくらかが再配分されると仮定される。この場合、古い情報は十分なワーキングメモリを使用できなくなるためにワーキングメモリから消失する。すなわち古い情報が新しい情報に置き換わることになる。したがって、文を読む際にある情報が活性化された後でその情報とは直接関連しない単語が数多く保持されたり多くのプロダクションルールが活性化されたりする (つまり心的な操作が行われる) と、先に保持されていた情報がワーキングメモリから消失する可能性が高まる。

単一処理容量モデルは、様々な処理に共有される処理容量の総量によって認知課題の成績が予測可能であると主張する。ここでワーキングメモリの個人差には二つの考え方があることを指摘しておく。Daneman & Carpenter(1980)は、熟達した読み手ほど処理の効率が高いので情報の保持により多くの容量を持つと考えていることから、文章理解成績における個人差は限られた容量に課される処理の効率の反映であると考えている。また、Daneman & Carpenter (1980)の単一処理容量モデルを発展させた Just & Carpenter(1992)は、ワーキングメモリの総容量と処理の効率の両者が個人差の原因になっているとしている。Just & Carpenter(1992)は、個人差の原因として二つを仮定することによって内在的な矛盾がなく、彼らが行った実験結果は、どちらが正しいかを区別するものではないと主張している。ただし、Just & Carpenter (1992)では、文章理解における個人差の主要な原因として総容量の個人差を反映していると想定している。その理由として、ワーキングメモリ容量が説明する行動の範囲の広さを挙げている。つまり総容量の変化は、様々な課題の実行に影響する。疲労、加齢などによって起こる一般的な認知課題成績の低下は、総容量の減少を仮定することで説明できる。一方、処理効率の個人差が仮定するような認知課題成績の高低は、特定の処理に関する練習や教育的介入の程度に依

存すると考えられる。つまり、多く練習した課題や教育的介入によって効率的な解決方法を明示的に教えた課題は、それらが行われない課題に比べて成績が高くなると考えられる。よって、処理効率に個人差が存在するという仮定が正しいならば、音読と単語の保持を課すリーディングスパンテストの成績は、文章の理解・産出および単語の保持の経験の多少によって変動すると考えられる。また、音読とは異なる処理を課したスパン課題の成績は、文章理解成績と関連性を持たないと予測される。しかし、実際には上述したように、言語処理課題の代わりに非言語処理課題を用いた場合にもワーキングメモリ課題と文章理解課題の間に有意な相関が見られた。したがって、処理効率の個人差のみでは、ワーキングメモリ課題が様々な認知課題成績の予測要因となることを説明できない。

以上の議論をまとめると、単一処理容量モデルは文章理解における個人差を、活性化可能なワーキングメモリ容量の総量によって説明しているといえる。

3-1-3-2. 複数処理容量モデル

複数処理容量モデルは、Caplan & Waters (1999)によって提案された。Caplanらのモデルは、Just & Carpenter (1992)の単一処理容量モデルへの批判を出発点としている。複数処理容量モデルの特徴は、二つの独立したワーキングメモリを持つことである。

第1のワーキングメモリでは、文を理解するための処理とその結果の保持が行われる (Caplan & Waters, 1999 では interpretive process に用いられるワーキングメモリと呼ばれている。以下では文処理ワーキングメモリと呼ぶ)。文を理解するための処理は、統語構造や韻律的構造 (文の抑揚) の解析と主題役割 (誰が誰に何をしたか) やフォーカス (文の中で特に重要であると認識される単語や句) の割り当てなどを含む。これらの処理は、いずれも文理解に特化しており、文処理ワーキングメモリは、文理解のためのモジュールであると仮定されている。文処理ワーキングメモリの容量には制限があり、その容量は、文理解に関する処理と保持のみで消費される。言い換えると文理解以外の処理の影響は受けないことが仮定されている。

第2のワーキングメモリでは、言語を媒介とした思考を遂行するための処理が行われると考えられる (Caplan & Waters, 1999 では、post-interpretive process に用いられるワーキングメモリと呼ばれている。以下では文処理後ワーキングメモリと呼ぶ)。ここでいう言語を媒介とした思考とは推論や行動の計画などを指している。文処理後ワーキ

ングメモリでは、複数の命題の比較や統合によって文章全体に関する一貫性のある表象が構築される。文処理後ワーキングメモリ容量は、文処理ワーキングメモリ容量とは独立していると考えられている。文処理ワーキングメモリに関してその容量の制限を示唆する例文として以下が挙げられる。

(3) The man that the woman that the child hugged kissed laughed.

(子どもが抱きついた女の人がキスした男の人が笑った。)

(4) The man that the woman kissed laughed.

(女の人がキスした男の人が笑った。)

(5) The woman that the child hugged kissed the man.

(子どもが抱きついた女の人が男の人にキスした。)

(3)の文を読む場合、ほとんどの読み手が主題役割を割り当ててのに苦労する。しかし(4)や(5)のように(3)と同一内容の二つの文を読む場合には、そのような困難が生じない。文の構造を心的に構築するには、文処理ワーキングメモリが用いられると考えられており、(3)のように文理解の途中過程を保持するだけの十分な文処理ワーキングメモリ容量がないと主題役割の割り当てが困難になると考えられる。統語構造の複雑性と理解時の困難度の関係については、既に数多くのモデルが存在する(Berwick & Weinberg 1984; Abney, 1989; Johnson, 1996; Tabor, Juliano, & Tanenhaus, 1997; Frazier & Clifton, 1996; Gibson, 1998)。また、統語的により複雑な文を理解するために処理が困難になることが先行研究で実証的に示されてきた(レビューとして MacDonald, 1997)。先行研究では処理の困難度を示す指標として読み時間や語彙判断にかかる時間が用いられてきた。また文処理ワーキングメモリにおける文解釈の処理は無意識的であると考えられている。

Waters & Caplan (1996)および Caplan & Waters (1999)は、上述の文処理ワーキングメモリが担う文理解過程に加えて、聞き手や読み手が他の課題の遂行のために文理解過程で得られた意味を使用する際には、文処理後ワーキングメモリが用いられると仮定した。二つのワーキングメモリで行われる処理の違いを直感的に認識するために、Caplan

& Waters (1999)は(6)の例を挙げている。

- (6) Please pick up four tomatoes, a pound of apricots, prune juice, shallots, six apples, and a bag of carrots on the way home.

(帰り道でトマト四つ, アプリコット 1 ポンド, プルーンジュース, エシャロット, リンゴ六つ, 人参一かご分を買ってきてください。)

先に述べた(3)と比較して(6)において文理解に関わる処理(例えば主題役割の決定)を行うことは容易である。しかし(6)で述べられている内容に忠実に行動するためには、注意深く「何をいくつ」買うのかを記憶しなければならない。Caplan & Waters (1999)では、行動を計画する(例えば(6)を聞いた後にスーパーに行き、買い物かごに頼まれた品物を入れる)ために文の意味を記憶および再生することや(何を買うのか)(6)の意味をもとにした推論(頼まれた品物の内容から夕食のメニューについて考える場合など)は文処理後ワーキングメモリが担うと考えられている。文解釈後の処理は、命題表象を利用することが仮定されており、文処理後ワーキングメモリで行われる処理は意識的であると考えられている。

Waters & Caplan (1996)は、モデルの妥当性を実験によって検証し、刺激文や実験の手続きにおける操作が文処理ワーキングメモリの負荷を増加させる場合と文処理後ワーキングメモリの負荷を増加させる場合があると論じている。例えば以下の主語関係節文(7)と目的語関係節(8)の理解を比較する場合は、統語的な処理の困難度が異なると考えられるので(Sheldon, 1974; Bever, 1970)、主に文処理ワーキングメモリの処理負荷を増加させると考えられる。詳細に考えてみると、(8)は(7)と比較して統語的な要素の割り当てがより複雑である。(7)では主節主語(reporter)が主節動詞(admit)の動作主であり、埋め込み節動詞(attack)の動作主でもある。一方(8)では主節主語(reporter)が主節動詞の動作主であり、埋め込み節動詞の被動作主である。一つの単語に二つの意味役割を付与することが困難さを生み出すと考えられることから(8)は(7)よりも高い処理負荷を持つ。さらに(8)は、意味役割の割り当てのタイミングが(7)と異なる。(7)では埋め込み節の動詞(attack)が出現した時点で、埋め込み節の主語として名詞(reporter)が割り当てられる。次の名詞句(the senator)は出現すると同時に埋め込み節の目的語として割り当て可能である。このように(7)では

一つの単語を読み進める度に統語的な役割の割り当てが一つ行われる。一方(8)では、埋め込み節の動詞 (attack) を読んだ時点で埋め込み節の主語 (senator) と目的語 (reporter) を同時に割り当てなければならない。以上のように(8)は(7)に比べて文理解に特有の処理がより困難であると考えられるが、このような処理は文処理ワーキングメモリの負荷になると仮定された。

(7) The reporter that attacked the senator admitted the error.

(上院議員を非難したリポーターが誤りを認めた。)

(8) The reporter that the senator attacked admitted the error.

(上院議員が非難したリポーターが誤りを認めた。)

また一つの命題を含む文の理解は、二つの命題を含む文の理解に比べて文処理後ワーキングメモリの負荷が高いと考えられる。先に述べた単一処理容量モデルではこのような区別はなされておらず、全ての言語に関わる処理やその結果の保持を行うために、単一の処理容量が仮定されている。つまり Just & Carpenter(1992)では、上記の(7)と(8)を比較する場合や命題の数が異なる文の理解の困難度は同じワーキングメモリ容量への負荷の相違を反映していると考えられている。

さらに Caplan & Waters (1999)は、二重課題法によるワーキングメモリ内の言語情報の干渉について論じている。単一処理容量モデルによれば、数字の記憶に代表されるような文章理解と非関連の音韻的な負荷は、文章理解と同一の処理容量に課されると考えられる。一方、複数処理容量モデルでは、数の記憶のような文理解と関連しない課題は文処理後ワーキングメモリを用いており、文処理ワーキングメモリには影響しないと仮定される。また複数処理容量モデルはリーディングスパンテストのような文理解と共に単語を保持する課題の成績が文処理後ワーキングメモリの容量を測定していると仮定している。統語的に複雑な文を理解するときに高い負荷が課されるのは、文理解ワーキングメモリであると考えられることから、リーディングスパンテスト得点によって統語的に複雑な文を理解する指標(各単語の読み時間等)を予測することはできないと考えられている。

後述するように Waters & Caplan (1996) は、単一処理容量モデルと複数処理容量モデルを比較した実験を行っている。結果として言語理解に関わる二つの独立したワーキングメモリがあることを実証データからも主張している。しかし、複数処理容量モデルでは未解決の問題も多くあると筆者は考える。文処理ワーキングメモリの性質に関する詳細や文処理ワーキングメモリと文処理後ワーキングメモリの関連性が検討されておらず、今後の研究が待たれる。

3-1-3-3. 複数モダリティバッファモデル

複数モダリティバッファモデルは、Baddeley & Hitch(1974)によって提案された。このモデルは、成人だけでなく幼児や老年期の成人を説明対象としている。また、健常者だけでなく脳損傷患者の症例の説明も試みられている。非常に広範囲な現象をワーキングメモリによって説明しようとする反面、様々な分野の実証研究による知見が蓄積されるに伴って、モデルと実証データの間に数多くの矛盾が生じた。これに対応するため、モデルは大幅な修正が加えられてきている。

このモデルの主な特徴は、ワーキングメモリがモダリティに応じた入力刺激の貯蔵スペースと中央実行系(central executive)から構成されると仮定していることである。図3-1ではモデルを構成するコンポーネントが図示されている。複数の貯蔵スペースは、中央実行系に従属すると考えられている。貯蔵スペースの一つは、音韻ループ(phonological loop)と呼ばれており、聴覚的に提示された音声・音韻情報の保持を行うと仮定されている。もう一つの貯蔵スペースは、視空間スケッチパッド(visuo-spatial sketchpad)と呼ばれており、視覚モダリティにより入力される形態・位置情報を保持すると考えられている。複数の貯蔵スペースが分離していることは、健常者の二重課題成績(Baddeley, 1986 ; Logie, 1995)や脳損傷患者における選択的な障害や欠落(Della Sala & Logie, 1993)や子どもの発達的な変化における異なる成長率(Hitch, 1990)などから支持されている。また後述するように、複数モダリティバッファモデルでは、文章理解における各貯蔵スペースと中央実行系の役割が論じられており、伝統的な短期記憶の個人差(本モデルの音韻ループに相当すると考えられる)が文章理解成績をうまく予測できず、中央実行系が文章理解にとって重要な役割を果たすと考えられている。

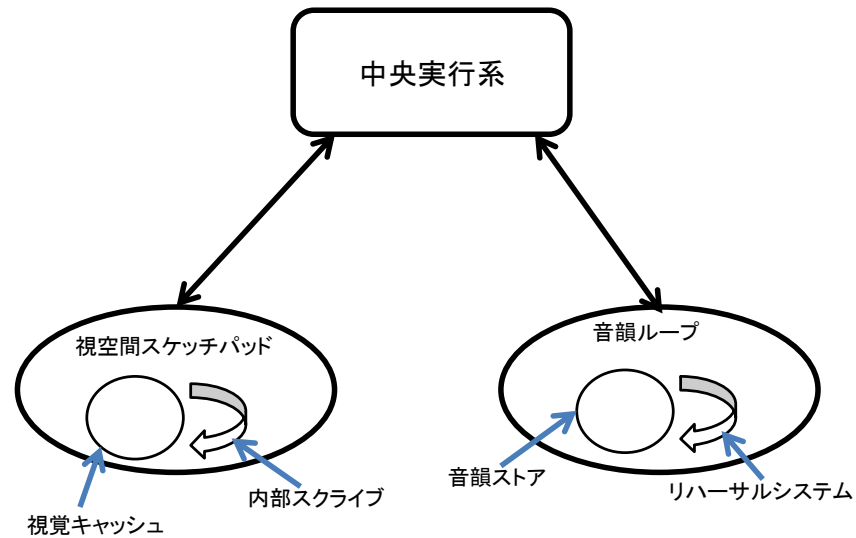


図 3 - 1

複数モダリティバッファモデルの概念図

二つの貯蔵スペースは、それぞれ細分化されている。音韻ループは、音韻ストア (phonological store) とリハーサルシステム (rehearsal system) に分けられる。音韻ストアでは、音韻的に符号化された情報が保持される。音韻ストアにおける音韻情報の保持は受動的で、時間の経過にともなって減衰すると考えられている。したがって何らかのリハーサルを行わなければ、音韻ストアから音韻情報が次第に消失する。また音韻ストア内に保持される項目が音韻的に類似している場合は、類似していない場合に比べて保持が困難になること（音韻的類似性効果と呼ばれる）が分かっている (Conrad, Freeman, & Hull, 1965)。リハーサルシステムは、音韻ストアにある情報の減衰を防ぎ、音韻情報を長い時間保持することを可能にする。音韻ループにおける個人差に関して、音韻ストアで保持可能な情報量とリハーサルシステムで処理可能な容量には、制限が仮定されており、この制限の容量に個人差があると考えられている。

音韻ループと同様、視空間スケッチパッドも視空間情報を担う視覚キャッシュ (visual cache) と視覚キャッシュの内容を更新する内部スクライブ (inner scribe) という二つの下位過程から構成される (Logie, 1995)。視覚キャッシュは、視覚情報の受動的な保持を担う。ここで保持される項目の視覚的複雑さが高いほど保持の負荷が高くなると考えられている。また、同時にいくつかの視覚刺激を保持しなければならない場合、保持する刺激の視覚的類似性が高いほど保持が難しくなると仮定されている。さらに内部スクラ

イブによってリハーサルが行われなければ、時間の経過によって保持されている情報が消失すると仮定されている。この仮説と一致する結果が酒井・乾（2001）の実験によって得られている。酒井・乾（2001）は、名前のない抽象的な図を保持するよう被験者に求めた。このような条件では情報が言語的に符号化されないため、音韻ループの容量の影響を全く受けずに視空間スケッチパッドの容量が測定できると考えられる。結果として、刺激の複雑性が高く保持時間が長いほど保持した内容の正確さが低下した。この結果は、視覚キャッシュで保持される情報が時間による減衰を受けること（内部スクライブによるリハーサルを受けないと情報が消失する）と視覚的な複雑度が高いほど保持が困難になることを示唆している。

二つの貯蔵スペースを統制するのが中央実行系である。初期のモデルでは中央実行系も保持機能を備えていた。中央実行系の保持機能は、入力モダリティに特化しておらず、統制処理または付随的な保持を支えるため利用されるとされた。しかし、中央実行系の役割が万能になるという批判に応じて、Baddeley & Logie（1999）では中央実行系が保持容量を持つという仮定が削除されている。変更されたモデルは、中央実行系の役割として貯蔵スペースを統制と長期記憶内の情報の検索を仮定している。

次に、各コンポーネントが言語理解において果たす役割について考えてみる。音韻ループが言語理解に果たす役割として、発話内容のプランニングと新奇な単語の音韻表象の保持が挙げられる。我々がある文を発話するためには、あらかじめ発話内容が心的に構築される必要がある。音韻ループはそのような発話内容の構築を行っており、音韻ストアとリハーサルシステムの容量は発話前にどの程度の準備が可能なのかに影響すると考えられる。また、いわゆる内言を用いた思考も音韻ループで行われると考えられている。したがって、内言を多用するような複雑な問題解決課題の成績にも音韻ループの容量が影響すると考えられる。

音韻ループのもう一つの重要な役割は幼児期の語彙獲得における音韻的な表象の保持である。新たな単語の意味を獲得するためには、単語がどのような音韻から構成されるのかに加えて、その音韻表象がどのような事物・動作・現象などと結びつくのかを学習する必要がある。Baddeley, Gathercole, Papagno（1998）や Gathercole & Baddeley（1993）は、無意味語の反復課題の成績を音韻ループの容量と定義し、幼児を対象とした実験において音韻ループ課題成績の高い幼児ほど一年間の獲得語彙数が多いことや新奇な名前の学習がスムーズであることを報告した。この結果は、上記の音韻ループが新た

に獲得する単語の音韻表象の保持に役立つことを示唆している。

従来の研究では、音韻ループが文章理解の成績に直接的に影響すると考えられていた。しかし後述するように、音韻ループが文章理解に及ぼす影響は限定的であることが明らかになっている。ワーキングメモリ研究以前の短期記憶に関する研究では、一時的に保持できる情報量が多いほど効率的かつ正確に文章を理解できると考えられていた(Clark & Clark, 1977; van Dijk & Kintsch, 1983)。ここでいう短期記憶の概念は、複数モダリティバッファモデルにおける音韻ループに相当すると考えられる。Clark & Clark (1977) は、文の統語解析が言語的な短期記憶に保持される必要があると論じた。しかし、実証研究が進むに伴って、短期記憶容量の高い人が低い人と比較して文章理解成績が必ずしも高くないことが示されている(Perfetti & Lesgold, 1977)。また、短期記憶に障害のある患者であっても言語理解にそれほど問題がないことも分かってきた(Vallar & Shallice, 1990)。Baddeley, Eldridge, & Lewis (1981) は、二重課題法を用いて文章理解における音韻ループの影響を検討している。Baddeley et al.(1981)の実験において被験者は、視覚提示された文を黙読して、その文が意味の通る文であるか否かを判断した。その際、二重課題として、一定の速さで1から6までの数字を言い続ける構音抑制手続きが行われる場合と、そのような手続きが行われない場合があった。そして、両方の条件における被験者の読み進める速さと正答率が比較された。その結果、構音抑制手続きによって音韻ループが使用されると単語の語順の誤りに気付きにくくなるが、文を読み進める速さは構音抑制手続きのない場合と変わらないことが示された。これらの結果は、音韻ループの容量が常に文章理解に影響するというわけではなく、その影響が語順のような表層的な情報の保持に限られていることを示唆している。これらの実証的な証拠を考慮して、文章理解成績に大きな影響を及ぼすのは音韻ループよりもむしろ中央実行系であると考えられるようになってきている(Baddeley, 2003 ; Gathercole & Baddeley, 1993)。

上述したように、中央実行系が文章理解において果たす役割として長期記憶や貯蔵システムにアクセスすることが挙げられている。中央実行系が長期記憶内の情報にアクセスすると、長期記憶内の情報がある一定の枠組み(スキーマ)として活性化されると考えられている。また、音韻ループ内にある情報が長期記憶を検索する手掛かりとなり、それに関連する情報が長期記憶から検索されると考えられている。これらの過程を効率的に進めることによって文章理解が実現する。また、中央実行系が貯蔵スペースと長期

記憶の情報を結びつけることで、貯蔵スペースの保持容量以上の情報が処理可能になると仮定されている。

また、近年、Baddeley (2000, 2003)は、中央実行系が文章理解過程においてエピソード記憶を形成するという仮説を発展させてエピソードバッファモデルを提案している。図3-2は、複数モダリティバッファモデルに、長期記憶とワーキングメモリとの関連性およびエピソードバッファを加えたモデルが示されている。

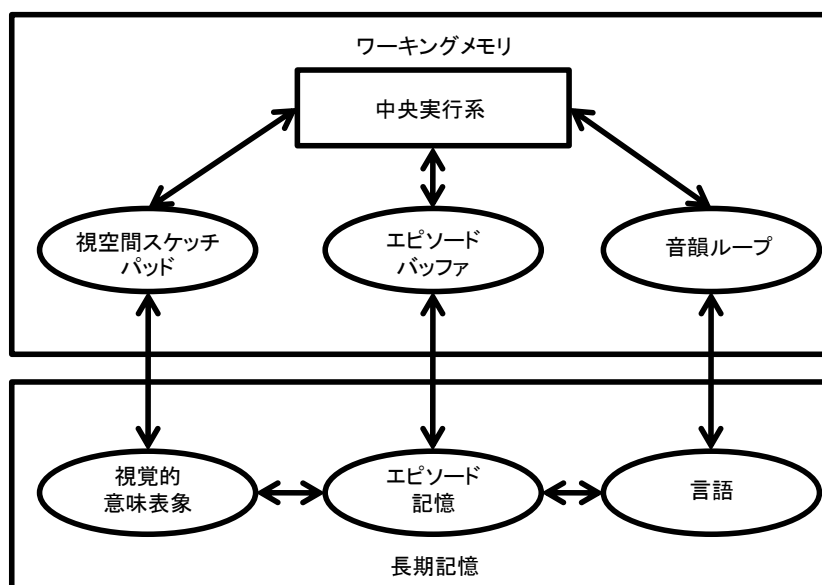


図3-2

エピソードバッファモデルの概念図

Baddeley(2000)は、長期記憶の情報を想起するだけでは理解が困難になる場合があると論じている。そのような場合の具体例として次の(9)を挙げている。

(9) An elephant plays hockey.

(象がアイスホッケーをする。)

我々の長期記憶における「elephant」に関連する情報の中には、「hockey」やそれに関連する情報は通常、含まれていない。よって長期記憶から「elephant」と「hockey」およびそれらに関連する知識を想起するだけでは(9)を理解することは難しい。しかし、長期記憶から想起した情報同士を関連付けるための一時的な保持スペースがあれば、「elephant」と「hockey」を関連付けて理解することができるようになると考えられる。

Baddeley (2000) は、そのような長期記憶から想起した情報の一時的な保持スペースとしてエピソードバッファを提案した。Baddeley (2000)は、エピソードバッファも中央実行系による制御を受けて、その容量に制限があると仮定している。今後、エピソードバッファがどのような性質を持っているのかが精力的に検討されることが期待される。

最後に視空間スケッチパッドが文章理解に果たす役割を検討した研究を紹介する。先行研究の結果は、視空間情報を保持する容量が文章理解に影響をすることを示唆している (Brooks, 1967; Eddy & Glass, 1981; Friedman & Miyake, 2000)。Brooks (1967) は、刺激材料と視覚的なイメージとして保持することがいわゆる読み理解に干渉することを示した。Eddy & Glass (1981) は視覚的イメージを作りやすい文について、文がどの程度視覚的にイメージしやすいかを判断する場合と同じ文を単に聞く場合で、その後の文の内容の理解成績を比較した。その結果、視覚的なイメージのしやすさを判断する場合は、同じ文を単に聞いたときよりも読み理解成績が低くなった。また、視空間スケッチパッドの容量における個人差が文章理解による空間的な表象の構築に影響することも示唆されている。Haenggi, Kintsch, & Gernsbacher (1995) は、テキストから作られる空間的な心的モデルの構造が視空間スケッチパッドの容量に依存することを示した。また、Friedman & Miyake (2000) は、建物の中を移動しながら進行する物語を材料に、文章理解成績に対する因果関係と空間配置の複雑さの効果を検討した。その結果、テキストで述べられる空間構造を複雑にすると登場人物の位置を問う問題の成績が低下したが、物語内の因果関係に関する問題の成績は空間配置の複雑さの影響を受けなかった。逆に、物語内の因果関係を推論でしか構築できない場合には、因果関係に関する理解成績が低下したが、登場人物の位置を問う問題では成績が低下しなかった。この結果は、物語文を読む際に空間情報と因果関係の情報がそれぞれ別に処理および保持されることを示唆している。ここで、Friedman & Miyake (2000)は、空間情報の処理を視空間スケッチパッドが担い、因果関係の処理を音韻ループが担うと説明している。これらの結果から、視空間スケッチパッドはいつでも文章理解に影響するわけではなく、話題によって空間的な表象の構築を強いられる場合に影響することが示唆された。

以上をまとめると、複数モダリティバッファモデルは、情報のモダリティによる処理の違いと処理を制御する中央実行系を仮定しており、文章理解に限らず広範囲のデータをワーキングメモリで説明している。文章理解については、中央実行系の役割が重視されており、中央実行系の処理の個人差によって文章理解成績が異なると提案されている。

3-1-3-4. 抑制モデル

抑制モデルは、ワーキングメモリの容量ではなく、ワーキングメモリ内で行われる情報の制御を重視したモデルである。主に二つのグループが抑制モデルを精力的に研究している。一つは Engle らを中心とするグループで、彼らはワーキングメモリが貯蔵スペースと注意の制御機能の二つの独立したコンポーネントから構成されると仮定している (Conway & Engle, 1994; Engle, 1994, 2002; Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001)。Kane et al. (2001) は、ワーキングメモリの役割として行動の目標の保持と目標とは非関連の情報の制御を挙げている。行動の目標の保持とは、被験者が現在行おうとしている行動の目的を意味しており、これが保持スペースに貯蔵される。情報の制御とは、現在の目標と関連しない情報からの干渉に耐えて、注意を現在の目標に集中させることを意味している。目標に関する情報は特定のモダリティ（行われる処理が視覚的か聴覚的かなど）やドメイン（言語的な処理が行われるか図形・空間的な処理が行われるか）に依存しないと仮定されている。そのため、ワーキングメモリ課題は、課題で用いられる保持や処理の材料に関わらず、様々な認知課題成績を予測可能であると論じている。このモデルは、保持と制御の二つのコンポーネントを仮定する点において先に述べた複数モダリティバッファモデル (Baddeley, 1986) に類似している。しかし、Engle et al. (1999) で提案された抑制モデルで保持される情報は単語や図形などではなく、文章を理解することや図形を記憶することのような行動の目標である点が複数モダリティバッファモデルとは異なる。

Kane et al. (2001) は、モデルの妥当性を検証するため、被験者をリーディングスパン課題の成績に基づいて高得点群と低得点群に分類し、グループ間でアンチサッカー課題の成績を比較した。アンチサッカー課題では、注視点の左右どちらかに視覚刺激が提示されて、被験者は提示された刺激と同じ方向または逆の方向に視線を移動することを求められた。この課題で刺激と逆方向に視点を移動させるためには、視覚刺激を自動的に注視する行動を抑制して反対方向へ視線を移動するという目標に集中する必要がある。実験の結果、刺激と同じ方向に視線を動かす場合には、リーディングスパンテストの得点が課題成績に影響しなかった。しかし、刺激と逆の方向に視線を移動しなければならない場合、リーディングスパンテストの低得点群は高得点群よりも誤って視覚刺激の方向へ視線を移動することが多く、正しく反対方向へ視線を移動できたときも反応時

間が長かった。リーディングスパンテストの個人差がアンチサカード課題の成績を予測できるという事実は、リーディングスパンテストがワーキングメモリの容量を測定しているという説明と矛盾すると Kane et al. (2001)は指摘している。なぜなら、この課題では単語を保持するなどの特定の情報の保持が含まれていないからである。Kane et al. (2001) の解釈によると、目標行動への注意を保持するというコンポーネントがワーキングメモリにあり、リーディングスパンテストとアンチサカード課題はどちらもそのようなコンポーネントを必要とするため、二つの課題間に関連性が見られると考えられる。

また、Kane & Engle (2000)は、リストとして提示された単語の記憶課題における順向干渉 (Proactive interference) の程度がワーキングメモリ課題の成績によって異なるかどうかを検討した。実験において被験者は、10 単語から構成されるリストを提示されて単語を記憶することを教示された。リストは、全部で四つあり、最初の三つは提示される単語のカテゴリーが一致していた。複数のリストの単語を記憶する場合、前のリストで保持した項目が現在のリストの保持と再生に干渉するため、リストが進むにつれて被験者の成績が低下して、2 番目および 3 番目に提示されたリストの再生段階では 1 番目と 2 番目に提示された項目が誤って再生される侵入エラーが見られた。ここで、リーディングスパンテストと類似のワーキングメモリ課題の成績によって被験者を群分けしたところ、課題成績の高い被験者は、成績の低い被験者よりも正しく再生した項目数が多いだけでなく、侵入エラーの数が少なかった。これらの結果のうち特に後者は、ワーキングメモリ容量の高い人ほど前に保持した項目からの干渉に耐えて、現在保持すべき項目に集中できることを示唆している。

もう一つの抑制モデルは、Hasher を中心とするグループで提案されている (Hasher & Zacks, 1988; Lustig, May, & Hasher, 2001; May, Hasher, & Kane, 1999; Chiappe, Hasher, & Siegel, 2000; Hartman & Hasher, 1991)。Hasher & Zacks(1988)で提案された抑制モデルは、様々な段階で生じる課題と非関連の情報を抑制する機能に個人差があり、それがワーキングメモリで使用可能な容量を決めると仮定している。

抑制機能の一つは、ワーキングメモリの外部にある情報の抑制である。ワーキングメモリへの情報入力を制限することで、現在行っている情報の処理や保持を確実にする。例えば大勢の人が参加したパーティで、自分が話している相手との会話に集中するためには、周り的大勢の人の会話がワーキングメモリに侵入しないように音声情報を選択的に抑制しなければならない。もう一つの抑制機能は、ワーキングメモリの内部にある情報

の抑制である。ワーキングメモリ内にある情報のうち、現在の行動の目標に関連しない情報を抑制することで、新たに入ってくる情報のための容量が確保される (Logan, 1985; Posner, 1987)。例えば映画を見る場合、視聴者は登場人物の服装に注目するかもしれない。その情報が、物語の進行に直接的な関連しなければ、次の場面に移る時にその情報は抑制されるだろう。もし物語と関連性のない情報の抑制が行われなければ、物語にとって重大な意味を持つ情報が非関連の情報の代わりに忘れられてしまい物語を理解できなくなる可能性が生じる。さらに別の抑制機能として不適切な行動の抑制が挙げられる。ある情報処理の結果として計画される行動が、現在の文脈に関連していなければ、その行動は抑制される必要がある。例えば買い物をしていて目の前においしそうなケーキがある場合、いくら食べたくても会計を済ませるまでは食わずにレジまで運ばなければならない。つまり、食べるという不適切な行動を抑制する必要がある。

Hasher & Zacks (1988) は、老化によって神経機能が低下すると、抑制メカニズムが十分に機能しない可能性が生じると考えている。そのため、老人と青年とではワーキングメモリ容量に差があり、ワーキングメモリ容量による差が文章理解成績にも影響すると仮定している。これを検証するため、Hasher & Zacks (1988)は、青年期と老年期の成人を対象に様々な文章理解課題を実施した。その結果、老年期の文章理解が青年と比較して不完全となるのは、理解に制限時間を設ける場合や文脈上の手がかりが少ない場合のみだった。つまり、老年期の成人が青年期の成人に比べて文章理解成績が全般的に低くなるわけではなかった。加齢による差が生じたのはワーキングメモリ容量を効率的に使用する必要がある場合のみだった。

また Chiappe et al. (2000)は、6歳から49歳までを対象にリスニングスパン課題を実施した。その結果、スパン得点は十代をピークとして加齢に伴って減少した。さらにターゲットの再生エラーを調べたところ、侵入エラー（既に行った試行のターゲット語や現在聞いている文のターゲット以外の単語を誤ってターゲット語として再生すること）が加齢に伴って増加していた。これらの結果は、ワーキングメモリ課題におけるターゲット語以外の単語を抑制する能力が十代から加齢に伴って徐々に低下することを示唆している。

また、Hasher & Zacks (1988) は、加齢に伴って低下する抑制機能を補償するために様々な方略が用いられる可能性を指摘している。文章理解における抑制の補償方略の一つは、記憶から簡単に検索できる情報に依存することである。簡単に検索可能な記憶

の一つは、ワーキングメモリで活性化された状態の情報である。もう一つは何度も学習を繰り返して非常に高い水準で活性化可能な情報である。前者は、抑制機能が低下していることの裏返しであり、本来抑制されるべき情報を誤って使用してしまう可能性も生じる。後者は、老年期の成人がこれまでの日常記憶から情報を検索することで文章の理解を行うことを意味している。これを支持する証拠として Labouvie-Vief & Blanchard-Fields (1982)は、老年期の成人が文章の解釈を個人的な経験と知識に基づいて行う傾向が強いことを示している。

以上をまとめると、抑制モデルは、ワーキングメモリが行動の目的・目標と関連する情報に注目し、非関連の情報を抑制することを主として行うことを仮定している。ある状況下で抑制メカニズムが機能しなければ、現在の目的や目標とは関連しない情報がワーキングメモリ内に侵入または残り続ける。その結果として、課題の目標自体もしくは課題の遂行に必要な情報を保持することが困難になると考えられている。このような観点からワーキングメモリ容量の高い人は抑制機能が優れており、文章理解に限らず様々な課題でワーキングメモリ容量の低い人よりも成績が優れていると考えられる。

3-1-3-5. 長期ワーキングメモリモデル

長期ワーキングメモリモデルは、Ericsson & Kintsch(1995)によって提案された。このモデルの特徴は、短期記憶としてのワーキングメモリの働きより長期記憶内の情報の想起に注目していることである。文章理解の個人差は、長期記憶の情報検索過程の相違によるものであると仮定している。

長期ワーキングメモリモデルは、ワーキングメモリが短期ワーキングメモリと長期ワーキングメモリという二つのコンポーネントから構成されることを仮定する (Ericsson & Kintsch, 1995)。短期ワーキングメモリは、ワーキングメモリが導入される以前の短期記憶の概念に相当し、保持可能な容量に制限がある。一方、長期ワーキングメモリは、短期ワーキングメモリ内の情報を手がかりに苦労なく想起される長期記憶の一部と仮定される。図3-3では、長期記憶内に蓄積されている情報が、検索を受けて短期ワーキングメモリに入り、それに関連した情報が長期ワーキングメモリとして検索可能な状態にあることを示している。長期ワーキングメモリとして処理可能なのは、その人がエキスパートな領域の情報のみだが、その処理や保持の容量に制限がないと仮定されている。また、自動的にすばやく想起されるため意識的な処理負担を伴わないと考えられている。

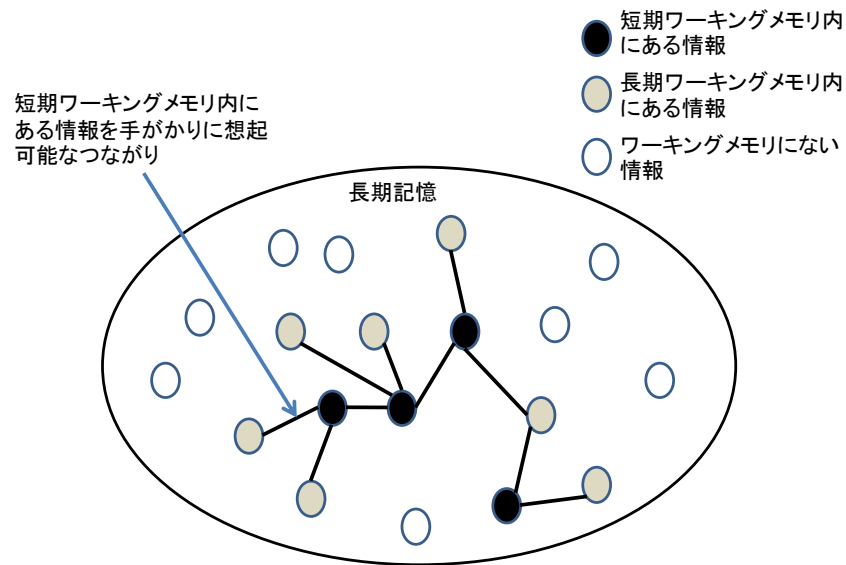


図 3 - 3

長期ワーキングメモリモデルの概念図

長期ワーキングメモリが認知的な行動に影響する例として、数唱課題における数字の保持方略が挙げられる。一般的に数唱課題で保持可能な桁数は 7 ± 2 程度である (Miller, 1956)。しかし、記憶法の訓練を経た人は、この桁数が数十桁にまで及ぶことが知られている (Chase & Ericsson, 1982 ; Ericsson, 1985)。Chase & Ericsson (1982) は、数多くの数を保持するための記憶法として、過去のマラソンランナーの記録という長期記憶内にある枠組みの利用があったことを報告している。

また別の例として、チェスのエキスパートが駒の配置を見て適切な計画方略を自動的に想起することや、内科医が患者の兆候や症状を診て様々な治療や投薬の方法の中から適切なものを何の外部的な援助なしに決定することなどが挙げられる。このようなある領域のエキスパートが行う行為は、素早く労力なしに行われるが、エキスパートである特定の領域に限られていることが特徴である。つまり、チェスのエキスパートであることが麻雀の達人であることを保証しない。

長期ワーキングメモリモデルは、一般的な教育を受けた成人が文章理解のエキスパートであると仮定している。また、文章理解過程は、短期ワーキングメモリと長期ワーキングメモリの両者が使用されると考えられている。短期ワーキングメモリでは、長期記憶の情報を想起するための手掛かりとなる情報が保持される。一方、長期ワーキングメモリでは、短期ワーキングメモリ内の情報を手掛かりに想起可能な情報のネットワーク

が構築される。文章理解において、現在読んでいる文と先行文脈との一貫性を保持し、文章全体または文章の詳細の内容を想起できるためには、手掛かりとなる情報を保持しながら、それと関連する情報を長期ワーキングメモリに構築することが必要であると考えられている。単一処理容量モデル（Just & Carpenter, 1992）では、文脈情報のすべてが長期ワーキングメモリモデルにおける短期ワーキングメモリに保持されるとしているが、長期ワーキングメモリモデルでは短期ワーキングメモリモデルに保持されるのは想起のための手掛かりのみであるとしている。このような仮説を支持する証拠として、文章理解中に様々な妨害課題を実施しても理解成績がほとんど低下しないことを示した研究が挙げられる（Fischer & Glanzer, 1986; Glanzer, Dorfman, & Kaplan, 1981; Glanzer, Fischer, & Dorfman, 1984）。

長期ワーキングメモリで構築されるネットワークはスクリプト理論（Schank & Abelson, 1977; Bower, Black, & Turner, 1979）や反響モデル（Myers & O'Brien, 1998）において検討されてきた長期記憶の表象に類似していると考えられる。スクリプト理論は、ある話題に関連した典型的な行動が系列的に長期記憶内に保持されることを仮定する。例えばレストランで食事をするという場面の文章を読む場合、レストランに入ってから注文を頼むまでの一連の行動は、レストランスクリプトと呼ばれる知識のセットとして長期記憶内に保持されている。スクリプトのネットワークを想起することで、今読んでいる文が文章全体としてどのような意味を持つのかを理解できる。また、文章内に明示されていないがスクリプトに含まれていると考えられる特定の行動（ウェイターを呼ぶとかメニューを見る）を暗示的に理解できる（川崎, 2000）。共鳴モデルは、1－2－3で既に論じたように、文章全体の理解に関する一貫性がどのように保持されるかを検討するためのモデルである。Myers & O'Brien (1998) は、文章に登場する人物の性格や特徴が先行文脈として述べられる場合、それとは反するような内容を述べた文の理解時間が長くなることを示した。この結果から、読み手は新しく述べられた情報が先行文脈やそれから派生した知識と矛盾がないかどうか判定していることが示唆される。ここで重要なのは、先行文脈と矛盾する文が隣り合っていない場合でも隣り合っている場合と同様の理解時間の増加が見られたことである。つまり、先行文脈と現在読んでいる文との一貫性の判定は短期ワーキングメモリ内で起きるのではなく、長期ワーキングメモリ内で起きると考えられる。それによって、文が隣り合っているかどうかに関わらずに先行文脈と現在読んでいる文の一貫性の判定が行われるという結果を解釈できる。

長期ワーキングメモリモデルによれば、文章理解成績の個人差は主に長期ワーキングメモリに生じる個人差を反映したものであると考えられている。Ericsson & Kintsch (1995) は以下のように述べる。

「文章理解能力の重要な側面の一つは先行する文章に関する統合された表象を長期記憶に保持することである。この保持自体は素早く正確に行われているはずであり、それによって、その情報をいつでも必要な時に効率的に想起することができる。Daneman & Carpenter (1980)のリーディングスパンテストは、先行する文の情報を保持し、後で長期記憶から想起する能力を測定していることを示唆すると考える。・・・つまり、リーディングスパンテストの結果は単一容量モデルよりも長期ワーキングメモリモデルによってより良く説明できると考えられる」(Ericsson & Kintsch, 1995, p.228-229 訳は筆者)

また、Kintsch (1998) は文章理解成績の高低の決定要因を以下のように比喩的に述べている。

「リーディングスパンテストが測っているのは、読み手が文を理解して、その内容を長期記憶に保持する効率である。より熟達した読み手は、より良い表象を構築するので、効率的にその構造を想起することができる。(中略) 比喩的に言うと、良い読み手というのは、一時的に物を保持するためのより大きな箱を持っているのではなく、長期記憶に物をしまっただけでそれを再び想起するための能力が高いのである」(Kintsch, 1998, p.239-240 訳は筆者)

上記で述べられているように、長期ワーキングメモリモデルは、短期ワーキングメモリの保持容量ではなく、長期ワーキングメモリとしてどのようなネットワークが構築され、それが後から想起されるかに個人差が生じると仮定する。つまり、文章理解成績の高い読み手は、成績の低い読み手に比べて文章理解するために効率的かつ十分な大きさのネットワークを保持していると考えられている。リーディングスパンテストの成績は、ターゲットを想起するための長期ワーキングメモリがどのように構築されるかに依存すると考えていると捉えることができる。

以上のように、長期ワーキングメモリモデルでは成人の文章理解を一種のエキスパート化された知識とみなしている。さらに長期ワーキングメモリとして構築される情報のネットワークが文章理解に大きな影響を与えることを仮定している。

3-1-4. 文章理解におけるワーキングメモリ容量の個人差の影響

3-1-4-1. 単語レベル

単語レベルの処理とワーキングメモリ容量の関連性に関しては、短期記憶課題における語長効果と類似性干渉効果を検討した研究がある (Conrad & Hull, 1964; Baddeley, 1986; Baddeley, Thomson, Buchanan, 1975)。語長効果は、発音に時間のかかる長い単語ほど一時的な保持や再生が困難になる現象を指す。Baddeley (1986) によれば、一度にリハーサル可能な音韻情報は単語を実際に発音する時間によって変動するので、長い単語ほど保持が困難になると説明している。これを検証するため Ellis & Hennelly (1980) は、英語とウェールズ語のバイリンガルの人を対象に単語記憶課題を行った。その結果、音韻的により長いウェールズ語の単語を保持する成績が同じ意味内容の英単語を保持する成績よりも低くなった。また、類似性干渉効果とは音韻的に類似している項目同士 (例えば, mad, man, cad, mat, cap や, はこ, やど, さお, まど, さと) の方が類似していない項目同士 (例えば, pit, day, cow, sup, bar や, そり, かお, てら, いし, ふえ) よりも一時的な保持が困難になる現象を指す (Conrad & Hull, 1964; 西崎・小森・苧阪, 2000)。類似性干渉効果の原因として、単語を保持するためのリハーサルの際に音韻的に類似した項目が互いに干渉することが挙げられている。

次にストループ干渉におけるリーディングスパンテスト得点の個人差の影響について概観する。単語レベルの処理の一つと考えられる単語の意味検索は、読みの熟達に伴って自動化すると考えられており、非常に短い時間で無意識に起こるとされる。そのように単語の意味処理の速さを示す現象の一つに色—単語ストループ効果がある (Stroop, 1935)。ストループ効果は、様々な色のインクで書かれた色の名前を示す単語のインクの色を答える課題で見られる。この課題において、インクの色と単語の色名が異なる場合の方が一致している場合よりも時間がかかることが知られており、ストループ効果と呼ばれる。この効果は、単語の意味検索がインクの色から色の名前を想起するよりも速く行われて、単語の意味がインクの色と競合することから生じると考えられている。Kane & Engle (2003) ではこの課題をリーディングスパンテストにおける高得点群と低得点群で実施し、ストループ効果は低得点群の方が高得点群よりも大きくなることを示した。この結果は、自動的に活性化された単語の意味表象が課題における目標とは異なる場合、リーディングスパン得点の低い人ほど、その情報から注意を切り離すの

が困難であることを示している。このような結果の解釈は、上述したワーキングメモリの中でも抑制モデル (Engle et al., 1999; Hasher & Zacks, 1988) と一致している。

さらに、3-1-3-3で論じたように、無意味語の短期記憶成績の個人差が単語の意味獲得の効率に影響することが示されている。この知見も単語レベルの理解に対するワーキングメモリ容量の個人差の重要性を示唆している (Baddeley et al., 1998; Gathercole & Baddeley, 1993)。

以上のように、ワーキングメモリやその容量の個人差は、単語の意味の獲得や一時的な保持など様々な単語レベルの処理に影響することが分かっている。しかし、十分に明らかになっているとは言えない問題もある。その一つは、単語の意味検索においてワーキングメモリ容量の役割が明らかになっていないことである。単語の意味を検索する過程は長期記憶のみの影響を受けており、ワーキングメモリ容量の影響はほとんどないと考えることもできる。一方、単語が語彙的に曖昧性を持つ場合、単語の複数の意味表象の保持にはワーキングメモリ容量の高低が影響することが示されている (Miyake, Just, & Carpenter, 1994, 詳細は次節 3-1-4-2 で述べる)。この結果は、文理解中の読み時間によって示されているので、単語の意味検索の段階からワーキングメモリ容量の個人差が影響するのか、それとも文理解課題で先行文脈や後続の単語の処理が伴う場合にのみワーキングメモリ容量の個人差が影響するのかは明らかではない。単語レベルの処理だけが課される場合でも、ワーキングメモリ容量の多くを消費する可能性がある (Perfetti, 1985)。この問題については本研究の研究 5 で実証的に検討する。

3-1-4-2. 文レベル

文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量の個人差の効果は様々なタイプの文を用いて検討されている (Just & Carpenter, 1992; MacDonald, Just, & Carpenter, 1992; King & Just, 1991; Miyake et al., 1994)。以下では、統語処理における語用論的な情報の処理、複雑な埋め込み文の処理、語彙的曖昧性および統語的曖昧性の解決についてワーキングメモリ容量の高い群と低い群の理解にどのような相違が見られるのかを概説する。

最初に統語処理における語用論的な情報の手がかりの影響について、ワーキングメモリ容量の個人差の効果を検討した実験を紹介する。心理言語学では、文理解過程について統語的な処理（文の構造の構築）に統語範疇（品詞）以外の情報が影響するかどうか

が議論されてきた。Fodor (1983) は統語範疇情報のみを用いる統語的な処理を行う心的な装置 (パーザー(parser) と呼ばれる) が、モジュールとして働き、他のモジュールによって操作・生成された情報の影響を全く受けない (遮蔽性(modularity) を持つ) ことを主張している。この考え方を取り入れた文理解のモデルは、ガーデンパス理論と呼ばれる。この理論において読み手は、単語の統語範疇情報のみを用いて文を逐次的に理解すると仮定されている。その際には、後の閉鎖の原則や最少付加原則といった原則に基づいて文構造が構築されると考えられている (後の閉鎖の原則と最少付加原則については井上, 1998 を参照)。もし読み手が一時的に曖昧な文構造に直面して、上述の原則に従って処理し、その結果が後に誤りであることに気付くと、文構造の再解析が必要となる。再解析の必要性が判明した箇所では読み時間や脳波などの指標に困難さが現れることはガーデンパス現象と呼ばれる (Frazier & Fodor, 1978; Frazier & Rayner, 1982)。

一方、文の統語的な処理には統語範疇情報の他に単語の意味や語用論的な情報が相互作用的に影響することを主張する立場も存在する。そのようなモデルの一つである制約依存モデル (MacDonald, et al., 1994; Sedivy & Spivey-Knowlton, 1994; Trueswell & Tanenhaus, 1994) では、読み手が名詞の持つ意味と動詞の持つ主題役割の割り当ての適合度によって曖昧な統語構造の処理を確率的に行うことを主張している。

このような統語処理のモジュール性の問題に関して Just & Carpenter (1992) は、ワーキングメモリ容量の考えに基づき、統語情報と意味情報など異なる処理間の相互作用の成否がワーキングメモリで使用可能な処理容量に依存すると仮定した。読み手に十分なワーキングメモリ容量がなければ本来相互作用的に働くべき二つの処理の結合性が損なわれて、互いの処理で得られた結果を自らの処理に使用できなくなると仮定している。したがって、ワーキングメモリ容量の低い読み手は、統語処理と同時に非統語的な処理 (意味や語用論的な情報) を行い、それらの結果を統語処理へと反映させるだけの容量がないと考えられる。一方、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、統語的な情報と非統語的な情報の処理の結果を保持できる可能性が高く、非統語的な情報が統語処理に影響すると考えられた。Just & Carpenter (1992) はこの仮説を検証するため Ferreira & Clifton (1986) の追試実験を行った。

(10) The evidence examined by the lawyer shocked the jury.

(弁護士によって検証された証拠は陪審員を驚かせた。)

(11) The defendant examined by the lawyer shocked the jury.

(弁護士によって尋問された被告は陪審員を驚かせた。)

(12) The evidence which was examined by the lawyer shocked the jury.

(弁護士によって検証された証拠は陪審員を驚かせた。)

(13) The defendant who was examined by the lawyer shocked the jury.

(弁護士によって尋問された被告は陪審員を驚かせた。)

(10)と(11)において動詞(examined)を読んだ時点では、動詞に対して主節動詞の過去形または関係節動詞の過去分詞形という二つの解釈が可能である。つまり、この時点において(10)と(11)は、一時的な統語的曖昧性を持つと言える。それに対して(12)と(13)は、関係代名詞(which および who)が明示的に与えられているので、動詞(examined)が関係節動詞の過去分詞形であることが明白である。つまり(12)と(13)では、(10)と(11)のような統語的曖昧性を含んでいない。Frazier & Rayner (1982)のガーデンパス理論によれば(10)と(11)の動詞(examined)は初めに主節動詞の過去形という解釈が採用される。すると後続の前置詞(by)を読んだ時点で先行の動詞(examined)は主節動詞ではなく、関係節動詞の過去分詞形であることが判明して再解析が必要になる。したがって(10)と(11)の前置詞句(by the lawyer)は(12)と(13)の同じ領域よりも再解析の分だけ読み時間が長くなること(ガーデンパス現象)が予測された。実際にFerreira & Clifton (1986)は、(10)と(11)のどちらを用いた場合にもガーデンパス現象が得られることを示している。しかしTrueswell, Tanenhaus, & Garnsey (1994)は、Ferreira & Clifton (1986)で使用された刺激文を見直した。その際、各刺激文について主語に関係節動詞の過去分詞形が続く解釈(つまり通常読み手には選ばれにくい解釈)の適合度を読み手の主観評定により求めた。その結果、Ferreira & Clifton(1986)が用いた刺激文の中には、(14)のように無生名詞の主語が関係節動詞の過去分詞形と結びつくという解釈の適合度が高い文が含まれており、このような文では有生名詞の主語を用いた刺激文(11)と同様のガーデンパス現象が見られることが示された。さらに、無生名詞の主語が次に続く動詞の被動作主としての意味役割の適合度が低い刺激文を用いるとガーデンパス現

象が見られないことを示した。

(14) The textbook loved by the class was very easy to understand.

(その学級で人気のあった教科書はとても分かり易かった。)

Just & Carpenter(1992)は、あらかじめリーディングスパンテストを実施して、スパン得点 4 以上の高スパン群と 2.5 以下の低スパン群に被験者を群分けした。被験者が上記の (10) から (13) のタイプの文を読んでいるときの眼球運動を計測した。その結果、主語が有生名詞・無生名詞いずれであっても関係代名詞が省略されている場合、低スパン群の読み手は関係代名詞が省略されていない場合に比べて読み時間が長くなるガーデンパス現象を示した。この結果は Ferreira & Clifton (1986)の結果と一致していた。一方、高スパン群の読み手は、無生名詞が主語であれば関係代名詞の有無で読み時間が変化せず、いずれの場合も低スパン群の読み手よりも読み時間が短かった。この結果は、上述した Trueswell et al. (1994)と一致するものである。高スパン群の読み手は、語用論的な情報（無生名詞は動詞 (examine) の主語よりも目的語になりやすいという知識）に敏感であり、名詞の有生性に関する情報を動詞 (examined) の処理に初めから使用したことを示唆している。つまり、高スパンの人だけが統語以外の情報を統語処理に反映させることが示唆された。

次にワーキングメモリ容量による個人差が統語処理に影響するかどうかを検討した研究を紹介する。King & Just (1991)は以下の (15) と (16) (3-1-3-2 で挙げた (7) および (8) と同じ) のような関係節が埋め込まれた文を用いて、ワーキングメモリ容量の個人差の影響を検討した。特に、文中で最もワーキングメモリに負荷がかかると理論的に予測される位置で読み時間の違いが現れるかどうかを検討した。

(15) The reporter that the senator attacked admitted the error.

(上院議員が非難したリポーターが誤りを認めた。)

(16) The reporter that attacked the senator admitted the error.

(上院議員を非難したリポーターが誤りを認めた。)

3-1-3-2 で述べたように、上記の例文のうち (15) の目的語関係節文は、

(16)の主語関係節文と比較して高い処理負荷を持つと考えられている(Sheldon, 1974; Bever, 1970)。困難さに相違が生じる要因としては、統語的な要素の割り当ての複雑さと意味役割の割り当てのタイミングが考えられる。King & Just (1991)は、(15)が(16)よりも難しくなる程度がワーキングメモリ容量の個人差に応じて変動すると仮定した。つまり、ワーキングメモリ容量の低い人ほど(15)のタイプの文に対する困難度がより大きくなると予測したのである。実際にセルフペーストリーディング法(手続きについては1-1-2を参照)によって各単語の読み時間を測定したところ、(15)のような文の読み時間にはワーキングメモリ容量の個人差が影響し、埋め込み節の動詞(attack)と主節動詞(admit)の位置でワーキングメモリ容量が低い人ほど読み時間の上昇が著しかった。一方、(16)のような文の読み時間にワーキングメモリ容量の高低による違いは見られなかった。この結果は、ワーキングメモリ容量によって生じる文理解処理の困難度の差が語彙検索の速さのような単語レベルの処理の差を反映しているというよりは、文レベルの処理の差を反映していることを示唆している。

次に曖昧性によって生じた複数の解釈の保持についてワーキングメモリ容量の個人差を検討した研究を紹介する。文の構造や単語の意味が一時的に曖昧になる(複数の解釈が可能になる)場合、読み手は単一の解釈を選択して保持する(Frazier, 1987; Just & Carpenter, 1987)のか、それとも複数の解釈を保持する(Gorrell, 1987; Kurtzman, 1985)のかについては、現在も議論が続いている。いくつかの実証研究は、読み手が語彙的曖昧性に直面したとき、いったん複数の表象を構築すること示している。また、曖昧性によって生じたそれぞれの解釈が頻度、統語的な複雑さ、語用論的な適切性に応じて活性化されることも示されている(Swinney, 1979; Rayner & Duffy, 1986; MacDonald, Pearlmutter, & Seidenberg, 1994)。

この問題について、単一処理容量モデルは、読み手のワーキングメモリ容量が複数の解釈についての表象が保持可能な時間(つまり、挿入されるテキストの長さ)に影響することを仮定している。ワーキングメモリ容量の低い読み手は、二つの解釈を保持するだけの十分な容量を持たない。よって、そのような読み手は、すぐに選好性の低い解釈を捨てて、先好性の高い解釈のみを保持しながら文の処理を進めると考えられる。一方、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、複数の解釈をしばらくの間保持するだけの処理と保持の容量を持つと考えられた。これを検証するため Miyake et al. (1994) は以下のような2種類の文を被験者に読ませて各単語の読み時間を測定した。

(17) Since Ken really liked the **boxer**, he took a bus to the nearest sports arena to see the match.

(ケンはその**ボクサー**が本当に好きだったので、試合を見にバスに乗って一番近くのスポーツ競技場へ行った。)

(18) Since Ken really liked the **boxer**, he took a bus to the nearest pet store to buy the animal.

(ケンはその**ボクサー**が本当に好きだったので、それを買うためにバスに乗って一番近くのペットショップに行った。)

(17)と(18)は、どちらも多義語(**boxer**, 例文中では太字で示されている)を含んでいる。(17)では**boxer**をスポーツ選手と解釈するのが正しく、この解釈の頻度は相対的に高い。(18)における**boxer**の正しい解釈は、犬の一種のことであり、この解釈の頻度は相対的に低い。どちらの文においても多義語の語彙的曖昧性が解消されるのは、多義語の出現から7単語後(例文中の下線の単語)だった。そのため、読み手がこの文の正しい解釈をスムーズに選択するためには、二つの解釈を比較的長い時間ワーキングメモリ内に保持する必要がある。Miyake et al. (1994)は、ワーキングメモリ容量の高い人は曖昧性が解消される単語まで複数の解釈を保持できるが、容量の低い人は高頻度の意味のみを保持すると仮定した。これが正しいならば、ワーキングメモリ容量の低い人たちは、多義語の低頻度解釈が正しい文を読むときに大きな負荷がかかるはずである。実験の結果、ワーキングメモリ容量の低い人ほど(18)のような低頻度解釈が正しい文において、曖昧性が解消された後の単語の読み時間が長いことが示された。つまり彼らの仮説を支持している。

また、MacDonald et al. (1992)は、統語的曖昧性の解消過程におけるワーキングメモリの影響を検証するため、以下のような文の読み時間を検討した。

(19) The experienced soldiers warned about the dangers before the midnight raid.

(真夜中の奇襲の前に経験豊富な兵士がその危険性について警告した。)

(2 0) The experienced soldiers spoke about the dangers before the midnight raid.

(真夜中の奇襲の前に経験豊富な兵士がその危険性について話した。)

(2 1) The experienced soldiers warned about the dangers conducted the midnight raid.

(危険性について警告された経験豊富な兵士が真夜中の奇襲を行った。)

(2 2) The experienced soldiers who were warned about the dangers conducted the midnight raid.

(危険性について警告された経験豊富な兵士が真夜中の奇襲を行った。)

(1 9) と (2 1) は、動詞 (warned) について主節動詞の過去形と関係節動詞の過去分詞形という二つの解釈が存在するので、一時的に統語的曖昧性を持つ。二つの解釈のうち主節動詞解釈は頻度が高く、より単純な文構造を持つので選好されると考えられる。一方、動詞の変化形から主節動詞であることが明確な (2 0) や関係代名詞によって関係節動詞であることがわかる (2 2) は、統語的曖昧性を含まない。MacDonald et al. (1992) は、統語的曖昧性が生じる場合、全ての読み手でいったん複数の解釈が想起されることを仮定した。さらに、ワーキングメモリ容量の個人差が複数の解釈の保持に影響すると考えた。これらの仮説をもとに、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、複数の解釈を比較的長い時間保持しているので、動詞の解釈がいずれの場合であっても文を正しく理解可能であることが予測された。一方、ワーキングメモリ容量の低い読み手は、選好されない解釈を途中で放棄してしまうため、そのような文については、最終的に正しい理解に至れないと予測した。さらに、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、複数の解釈を保持するコストを反映して、統語的曖昧性を含む文の読み時間が長くなると予測した。実験では、あらかじめワーキングメモリ容量を測定した被験者に上記のような文を読ませた。その結果、(2 1) のように選好されない解釈が正しい文を読む場合では、ワーキングメモリ容量の低い群は高い群よりも文の理解成績が低かった。また、(1 9) と (2 1) のように曖昧性を含む文の文末の読み時間は、正しい解釈いずれになるかに関わらず、ワーキングメモリ容量の高い群の方が容量の低い群よりも長かった。これらの結果は語彙的曖昧性と同様に、統語的曖昧性についてもワーキングメモリ容量

の高い人が複数の解釈をより長い時間保持していることを示唆している。

以上のように、ワーキングメモリ容量の個人差によって文理解成績や読み時間に相違が生じることが実証的に示されている。これらの知見は全てセルフペーストリーディング課題を用いて得られたものである。Waters & Caplan (1996) は文の容認性判断課題によって MacDonald et al. (1992) の追試を行った。Waters & Caplan (1996) の実験では、以下の (23) から (25) のようなタイプの文が単語ごとに次々に提示され、被験者は文の容認性（文法的に正しい文であるかどうか）を判断した。その際、文の種類とワーキングメモリ容量の高低の交互作用が判断成績に現れるかが検証された。

(23) The defendant confided to the lawyer he admired the judge was his brother.

(被告は、敬服している弁護士にその裁判官が兄弟であることを打ち明けた。)

(24) Anna wrote to the congressman the voters supported that his policies were unfair.

(アンナは議長に手紙を書いて、政策が不公平であることを有権者が支持していると伝えた。)

(25) The farmer agreed with the guest his wife had invited the field should be ploughed.

(農夫は自分の妻が招待していた客が言った、畑を起こすべきだという主張に賛成した。)

(23) から (25) までの文は、いずれも主節動詞（それぞれ *confided*, *wrote*, および *agreed*）の補語の位置に文が埋め込まれている（それぞれ *the judge was his brother*, *his policies were unfair*, および *the field should be ploughed*）。よって、これらの文の構造は類似している。しかし (23) だけは、一時的な統語的曖昧性を含んでいると考えられる。なぜなら (23) で読み手が動詞 (*admired*) を読んだ時点で、その動詞は、先行する名詞 (*lawyer*) を修飾する関係節の一部なのか主節動詞 (*confided*) の補文の一部なのかが曖昧なためである。統語構造の複雑性を考慮すると、読み手は、複雑性の低い後者の解釈の方を選好すると考えられる。しかしこの解釈は誤りであることが読み

手が be 動詞 (was) を見た時点で判明する。よって、読み手は、再解釈を行って、ガーデンパス効果が見られると考えられる。(24) では補文標識 (that) があるのでこのような統語的曖昧性およびそれに伴うガーデンパス効果は生じない。また (25) でも動詞 (invite) が過去完了形なので曖昧性やガーデンパス効果は生じない。

Waters & Caplan (1996) は、Just & Carpenter (1992) の単一処理容量モデルが正しければ、文の容認性判断課題を用いた場合にも、ガーデンパス効果の有無とワーキングメモリ容量の高低で交互作用が生じると主張した。つまり、ガーデンパス文の容認性判断はワーキングメモリ容量の高い群が容量の低い群よりも正確であるが、非ガーデンパス文の容認性判断にはワーキングメモリ容量の個人差が影響しないと予測したのである。実験の結果、ワーキングメモリ容量の低い群は高い群よりも文の容認性判断の成績がガーデンパス文 (上記 (23) のタイプ) と非ガーデンパス文 (上記 (24) および (25) のタイプ) の両方で低かった。また、ガーデンパス文の容認性判断に要する時間では、ワーキングメモリ容量の高い群の方が低い群よりも長かった。つまり、ワーキングメモリ容量は、主効果としての影響が見られたものの、ガーデンパス効果の有無との交互作用は有意にならなかった。よって、これらの結果は単一処理容量モデルの予測に反していた。Waters & Caplan (1996) が主張する複数文処理容量モデルは、ガーデンパス文の理解のような文理解に特化した処理の効率をリーディングスパンテストの成績で予測できないと仮定していることから、実験結果は複数文処理容量モデルを支持していると考えられる。

しかし、Waters & Caplan (1996) で用いられたリーディングスパンテストは Daneman & Carpenter (1980) のものとは手続きが異なっていた。Waters & Caplan (1996) で用いられたリーディングスパンテストでは、被験者が自分のペースで一つ一つの文を読み進めた。一方、Daneman & Carpenter (1980) のリーディングスパンテストでは、文を読むペースを実験者側が統制していた。このような手続き上の違いがリーディングスパンで測定される能力に相違を生じさせる可能性がある。なぜなら被験者が自分のペースで読み進めることができれば、文理解処理に加えてターゲット単語のリハーサルを十分に行う時間をとる可能性があるからである。この問題は、Friedman & Miyake (2004) で検討されている。Friedman & Miyake (2004) は、文理解の速度を実験者が統制する場合と被験者が統制する場合の二つのリーディングスパンテストを同一の被験者に実施し、それぞれのリーディングスパンテストの得点とテキストレベルの文

章理解成績との相関を比較した。その結果、被験者のペースで文理解を行うスパンテストは、実験者のペースで文理解を行うスパンテストよりも文章理解成績に対する予測力が有意に低くなった。この結果を考慮すると、Waters & Caplan (1996)で容認性判断課題成績にスパン得点の高低とガーデンパス文・非ガーデンパス文の交互作用が見られなかったという結果は、リーディングスパンテストの実施手続きの影響を受けている可能性がある。よって Waters & Caplan (1996) の追試の結果は単一処理容量モデルを完全に否定するものではないと考えられる。

3-1-4-3. 文章・談話レベル

文章理解とワーキングメモリ容量の個人差の関連性については、有意な相関関係が数多くの研究で報告されている。Daneman & Carpenter (1980)は、文章の中に述べられている事実の理解とリーディングスパン得点との間に $r = .7 \sim .8$ の相関があり、代名詞が指している名詞の理解とスパン得点との間には $r = .8 \sim .9$ という非常に高い相関があると報告している。また、Daneman & Carpenter (1980)では、一般的な言語理解の指標として知られている言語性 SAT (Scholastic Aptitude Test) とリーディングスパンテスト得点との間に $r = .6$ という高い正の相関が示されている。これらの結果は、伝統的な記憶スパン成績と文章理解成績との相関（文章内の出来事の理解との相関 $r = .37$ 、代名詞の先行詞の理解との相関 $r = .33$ 、言語性 SAT との相関 $r = .35$ ）が有意でなかったことと対照的である。同様の結果は Masson & Miller (1983)でも示されている。Masson & Miller (1983)は、文章理解の測度としてテキストに明示されている内容の理解とテキストに明示されておらず複数の文から推論して得られる内容の理解を問う問題の成績を対象にリーディングスパンテスト得点との相関を求めた。その結果、リーディングスパンテスト得点は、テキストに明示されている内容の理解を問う問題の成績との相関が $r = .53$ 、推論によって得られる理解を問う問題の成績との相関が $r = .56$ とどちらも有意だった。また Daneman & Green (1986) は、先行文脈の情報の保持が新しい単語の意味の推論に使用される際にワーキングメモリ容量が高い人ほど効率的に推論が行われることを示している。さらに Hasher & Zacks (1988) は、通常の文理解過程ではワーキングメモリ容量の個人差の影響は小さいが、理解のために推論が必要になるとワーキングメモリ容量の高低の影響が大きくなることを示している。

個別の研究結果に加えて、3-1-2-2 で論じたように、Daneman & Merikle

(1996)は、ワーキングメモリスパンまたは伝統的な短期記憶容量と言語理解成績との関連性のメタ分析を行っている。分析によって、リーディングスパンテストのような言語に関する処理と保持を同時に課したテストは一般的な文章理解成績や言語的な推論課題の成績と有意な正の相関があることが示された。また、単語スパンや数唱のように保持のみを課した伝統的な短期記憶容量と文章理解成績との相関係数より保持と処理を課すワーキングメモリ課題と文章理解課題の生成との間の方が有意に高い相関になることが示された。

別のアプローチとして、Whitney, Ritchie, & Clark (1991)は、文章理解中の読み手の考えを声に出してもらい (think aloud と呼ばれる手続きである)、その発話プロトコルを対象にワーキングメモリ容量の高低が文章理解中の推論生成のパターンに影響するかどうかを検討した。まず、リーディングスパンテストの高得点群と低得点群の間で推論を行った回数を比較したところ、高得点群に比べて低得点群は、前の文とのつながりを維持するための推論を行うことが多かった。さらに、高得点群、低得点群のそれぞれで推論の生成パターンの個人差を調べた。その結果、高得点群の人は、文と文のつながりを維持する推論と文章全体のテーマに関連した推論をほぼ均等に行っていた。一方、低得点群の読み手は、文と文のつながりを維持する推論のみが非常に多い読み手と文章全体のテーマに関連した推論のみを行う読み手に分かれていた。これらの結果から、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、文と文のつながりのような比較的狭い範囲の理解に関わる推論と文章全体のテーマのような比較的広い範囲の理解に関わる推論の両者を並行して行うことができることが示唆された。一方、ワーキングメモリ容量の低い読み手は、十分なワーキングメモリ容量がないため、文と文のつながりもしくは文章全体のテーマを並行的に推論するのではなく、いずれかのみに注目しながら文章を読み進めていることが示唆された。

また、文章理解時の眼球運動を指標にワーキングメモリ容量の影響を検討した研究として Kennison & Clifton (1995) が挙げられる。Kennison & Clifton(1995)は、ワーキングメモリ容量が視覚的に提示された単語を一度に知覚可能な範囲 (perceptual span) に影響すると仮定した。この仮定を検証するための現象として「周辺視野へ単語を提示することの利益 (parafoveal preview benefit)」が検討された。一般に、視覚提示された文字の網膜上の解像度は注視点から遠ざかるほど低くなる。ただし、実際に読んでいるときの知覚可能な範囲は必ずしも網膜像の解像度とは一致せず、左から右の横書きの

文を読む場合には注視点の左側の知覚スパンに比べて右側の知覚スパンが長くなることが知られている (McConkie & Rayner, 1975; Osaka, 1993)。これは読み進める方向に注意が向いていることに関連しており、一つの単語の停留の間に次の単語の情報処理が始まっている可能性を示唆している。これと一致して、ある単語に停留した場合に、次の単語の位置に無意味な文字列を提示した場合と次の単語をそのまま提示した場合では、後者の場合において次の単語の停留時間が短くなることが知られている (McConkie & Rayner, 1975)。この結果は周辺視野において次の単語の処理が行われるためであると考えられており、このような現象を「周辺視野へ単語を提示する利益」と呼ぶ。

ここで重要なのは周辺視野にある単語を処理できることに注意が関連している点である。読み手の注意とワーキングメモリは非常に密接な関係があると考えられる。Just & Carpenter (1992)の単一処理容量モデルは、情報処理可能な総量としてモダリティに依存しないワーキングメモリ容量を定義している。このモデルに従うと、ワーキングメモリ容量の高い人は、現在停留している単語の処理によって課せられる負荷を考慮しても次の単語に注意を向けるだけの十分な処理容量が残されていると考えられる。一方、ワーキングメモリ容量の低い人は、現在停留している単語の処理でワーキングメモリ容量のほとんどを消費してしまい、周辺視野の単語に注意を向ける余裕がない。この仮定が正しいならば、ワーキングメモリ容量が高い人ほど周辺視野に単語を提示する利益が高くなると予測される。

Kennison & Clifton (1995) は、ワーキングメモリ容量の高い被験者と低い被験者が文を読むときの単語に対する停留時間や停留回数等を比較した。さらに、被験者が特定の単語に停留した際に、隣の単語を操作し、隣の単語の出現頻度が高い場合、低い場合、隣の単語を提示しない場合の三つの条件で実際に隣の単語に停留した際の停留時間を比較した。その結果、ワーキングメモリ容量の高い人は、低い人と比較して (1) 一文あたりの読み時間が短く (2) 順行サッカードの回数が少なく (3) 同じ単語に続けて停留する回数が少なく (4) 読み返しの回数が少ないことが示された。また、現在停留した単語の次の単語の出現頻度が高くなるほど、ワーキングメモリ容量の高い人は、次にその単語に停留したときの読み時間が短くなった。一方、ワーキングメモリ容量の低い人は、次に提示された単語の出現頻度がその単語の読み時間に影響せず、いずれの提示条件の場合でもワーキングメモリ容量の高い人に比べて読み時間が長かった。これらの結果は、ワーキングメモリ容量の高い読み手ほど周辺視野にある単語の処理を実際にその単語に

停留する前に行って、周辺視野に単語を提示する利益が高いことを示唆している。

Osaka & Osaka (2002) は、移動窓法と呼ばれる方法を用いて日本語の文章理解時の眼球運動にワーキングメモリ容量の個人差が影響するかどうかを検討した。移動窓法は、被験者の注視点を利用したテキストの提示方法の一つであり、注視点を中心に前後の一定範囲のみ文字を提示する方法である。Osaka & Osaka (2002) は、一度に多くの文字を読み手に提示する場合と少ない文字を提示する場合を比較した。その結果、普段の読み状況と同じように、十分な文字列が読み手に提示される場合は、ワーキングメモリ容量の個人差は読み時間や停留時間に影響しなかった。しかし、読み手の有効視野に提示される文字数を減らしていくと、ワーキングメモリ容量が低い読み手の読み時間や停留時間は容量の高い読み手に比べて長くなった。この結果は、一度に停留される文字数が減少して単語や文節の一部しか読めないような状況では、現在読める部分を一時的にワーキングメモリに保持しながら、他の部分に停留して単語や文を読み進める状況になっている。そのため、ワーキングメモリ容量が同時に処理可能な情報量の制限となりやすいためであると解釈されている。

3－2．言語知識

3－2－1．言語知識とは

人は生後すぐに母国語を獲得し始め、数年の間に会話に必要な文法知識を獲得する。さらに文字の読み書きを学習した後には、読書等を通じて会話のみからでは得られない知識を習得していく。長年の言語を媒介とした経験を積み重ねる中で人はどのような知識を獲得し、さらにその後の言語理解や新たな知識の獲得にそれらの知識をどのように使用するのだろうか。この問いに答えるためには知識を表現する枠組みの検討にとどまらず、その発達的な変化や教育的介入の影響も考慮する必要がある（この問題に関する考察については Kintsch, 1998 を参照）。

一般に、様々な言語に関わる経験から得られた知識は、後の言語理解や知識獲得に影響することは疑いない。本研究では、これまでの言語に関する経験から得られた知識の総体を言語知識と定義する。言語知識は、様々な経験から得られるので、多様な知識の集合であると考えられる。以下では言語知識のうち文章理解に影響すると思われるもののみを取り上げる。

3-2-1-1. 語彙数

語彙数とは、どれくらいの数の単語を心的に保持しているか（つまり知っているか）を指す。読書を中心とした言語経験が多ければ多いほど、その読み手は多くの単語を知っていると考えられる。また、読み手が新奇な単語に遭遇した場合、より多くの単語を知っていることで周辺文脈から多くの手がかりを得られるので、容易に新しい単語の意味を推論して、獲得できると考えられる。

語彙数の測定方法としては、親密度順に並べられた単語について、既知語かどうかの判断を被験者に行ってもらい、未知語がある程度連続して出現するところを求める方法がある（天野・近藤，1999）。未知語よりも頻度の高い単語がどれくらいあるかを推定することで、既知語の語彙数を推定できると考えられている。この方法では実際に何単語知っているのかを推定可能とされているが、単語の記憶と親密度の対応関係を非常に高く見積もっている点や既知判断が主観報告のみで実際にテストされないなどの問題点もある。

また、読書力検査や知能テストにおける語彙数の推定方法として、ある単語を適切な文脈で使えるのかを尋ねる方法（岡本・村石・安居，1982）や単語の意味を尋ねる方法などがある（品川・小林・藤田・前川，1990）。

3-2-1-2. 語用論的な知識

語用論的な知識とは、テキストが文字通りに表している意味ではなく、それらの意味がどのような背景に基づくものとして解釈されるべきなのかを決定するような背景知識のことを指すと本研究では位置づける。ここでいう語用論とは代名詞や指示語の理解を扱う記号論としての語用論ではなく、表記された文字通りの意味からは判定できないような文脈上の理解を扱う言語学的な語用論のことである（言語学的意味論と言語学的語用論の詳細については西山，2004を参照）。

実際、語用論的な知識が文章理解をスムーズにさせる例として Bransford & Johnson (1972) の研究がある。Bransford & Johnson (1972)は以下のような文章を被験者に提示した（日本語訳は木村・神長・川崎，2002 で用いた刺激文章から抜粋したものである）。

手続きは実に簡単で、まず、ものをいくつかの山に分ける。もちろん全体の量によっては一山でもいい。必要なものがなくて、他の場所に取りに行かねばならないなら、次の

段階である。初めの失敗は、全体の作業をくるわせてしまう。近い将来、この作業の必要性がなくなるとは予測しがたい。次にそれを決まった場所にしまう。作業の終わったものは再び使用され、そして再び同じ手順が繰り返されることになる。一度にたくさんやりすぎるより、むしろ少なすぎるくらいの方がいい。この注意が大事だということとはすぐには分からないかもしれない。しかし、やがてトラブルが起こって、余分なお金がかかってしまう。やっかいなことだが、とにかくそれは生活の一部なのである。

上記の文章は、それが意味している内容が非常に曖昧で理解が著しく困難である。しかし文章を読む前に「衣類の洗濯」という表題が与えられていれば、理解にそれほどの困難は生じないと考えられる。また、この文章は「衣類の洗濯」の辞書的な定義としては非常に曖昧であり、単に衣類の洗濯の意味を検索しているのとは異なる。実際に、木村・神長・川崎（2002）が読み手に「郵便の仕分け」という表題を提示してこの文章を大学生に読んでもらい、各文の読み時間を測定したところ、明らかに「郵便の仕分け」との矛盾が生じる後半 6 文では、「衣類の洗濯」という表題を与えた場合に比べて読み時間が長かった。しかし、前半 6 文の読み時間は、表題による差が生じなかった。この結果から少なくとも前半 6 文は「衣類の洗濯」と「郵便の仕分け」の両者の文脈で理解が可能であると考えられる。そのような意味において、この文章を標題に従って理解することは語用論的处理を含むと考えられる。つまり、読み手は、衣類の洗濯に関する知識を利用して、それぞれの文の内容を統合して理解していると考えられる。読み手が持っている背景知識は、文章を効率よく理解する上で重要な役割を果たす。上記の文章では「衣類の洗濯」という文脈をもとにそれぞれの文が結びついていると考えられる。この例のように、ある事柄に関する情報の結びつきやあるイベントにおいて典型的に生じる下位イベントに関する知識をスキーマとかスクリプトと呼ぶこともある（Rumelhart & Ortony, 1977; Schank & Abelson, 1977）。読み手は、自らが既に持っているスキーマやスクリプトと現在読んでいる文章の内容を関連付けることによって、文面に書かれている以上の内容を理解できる（Kintsch, 1998）。

ある文章を理解するための背景知識は材料とする文章の内容に依存する。エキスパートの知識を持つ人とそうでない人を比較することによって、そのエキスパートの領域に関連した文章の理解に違いが生じる可能性は高い。例えば、病気に関連した文章を医療関係者と一般の人が読む場合や、犯罪や裁判に関する文章を法律家と一般の人が読む場

合などが考えられる。

本研究では、より一般的な文章理解過程における語用論的な知識の影響を考える。一般的な文章理解では、単語の文字通りの意味だけでなく、その単語が先行文脈と高い整合性を持って理解されるために生じる派生的な意味が生じる場合がある。さらに、文章には全く書かれていなくても、その単語が一般にどのような文脈で用いられるのか、どのような単語と関連性を持っているのかといった知識を使うことによって、読み手は文章として実際に書かれている内容を補いながら文章を読み進めると考えられる。したがって、語用論的な知識の個人差は、文章理解内容の深さに影響すると考えられる。

語用論的な知識と類似の概念として、認知言語学における百科事典的知識（または世界知識と呼ばれることもある）が挙げられる（初山，2003）。百科事典的知識は、辞書的知識と対をなす用語である。初山（2003）は、百科事典的知識を「ある語が指し示す対象（の典型的なもの、代表的なもの）がもつもろもろの性質・特徴，さらには，その対象と関連を持つ（たとえば，その対象から連想される）様々な事柄のこと」と定義している。初山（2003）は、文章理解において百科事典的意味が必要になる例として「あいつはやることが子どもで困る」という文の理解を挙げている。この文における「子ども」は、「年齢的に未成熟の人間」という文字通りの意味ではなく、「典型的な子どもに見られるのと同様の，大人のある種の行動の仕方」という派生的な意味として捉える必要がある。読み手は、「子ども」を読んだ時点で文字通りの意味に加えて「子ども」の典型的な性質やそれに関連した知識を想起すると考えられる。それによって、例文のような文を理解できると考えられる。

本研究の語用論的知識は、先に論じたある文章に関する背景知識と初山（2003）の論じた百科事典的知識の両者を含んでいると考えられる。そのような意味から一般的な文章理解に役立つ知識の個人差を測定するために、一般常識的な知識を問う課題を利用可能であると考えられる。品川他（1990）のウエクスラー知能検査の中の下位検査の一つに「知識」がある。この検査では一般常識的な知識の豊かさが尋ねられている。このような検査で高得点を挙げる人は、ジャンルに偏らない幅広い知識を持つと考えられる。

3-2-1-3. 正字法的な知識

正字法的な知識とは、単語の表記方法に関する知識のことを指す。広義には、単語の音韻と表記の関係を保持しているかどうか問われる。本研究は、読みによる文章理解

を扱うので、文字から音韻への一方向の関係について考えることとする。

ある音韻表象は、それに一対一に対応する表記を持つとは限らない。むしろそのような対応関係を持つことはまれであり、ある音韻表象に対して複数の表記方法があったり、ある表記に複数の音韻表象が結びついていたりすることは非常に多い。このような音韻と表記の関係の複雑さは表記の透明性(orthographic transparency または orthographic depth) と呼ばれる。

日本語は、漢字とかなという表記の透明性の全く異なる文字を混在させて使用する。かな(ひらがなおよびカタカナ)は表記の透明性が非常に高く、限られた一部の文字(例えば「は」や「へ」)を除けば、一つの文字が一つの音韻表象に対応している。それとは対照的に、漢字は表記の透明性が非常に低い。つまり、一つの漢字には複数の読み方があり(主として音読みと訓読みだが、中には複数の音読みを持つ文字もある)、ある文字の読み方は、その文字だけでは決まらず、前後にどのような文字が来るかによって決まる。例えば「頭」という文字は後ろに「領」が続くと「とうりょう」となるが、「数」が続くと「あたまかず」となる。さらに、日本語には非常に多くの同音異字語が存在する。例えば「こうけん」という音韻を表わす表記には「興研」、「貢献」、「高検」、「後見」、「高見」、「鉦研」、「公権」、「効験」など様々なものがある。また、漢字の中にはある文字の組み合わせのときだけに生じるような読み方、いわゆる熟字訓を持つものもある。例えば「紫陽花」は各文字が「あじさい」のどの音を担っているのかが決まらない。したがって、日本語の漢字の読みにおいては、表記と音韻の複雑な対応関係を学習する必要がある。このような学習は、多くの読み経験の中で培われていると考えられる。

近藤・天野(2001)は、単語親密度のデータベース(天野・近藤, 1999)を使用して、言語能力を推定するための漢字単語の読みテスト(百羅漢 100 RAKAN: Reading Ability test for KANji words, 以下では百羅漢テストと呼ぶ)を開発した。天野・近藤(1999)は、辞書の中にある全ての見出しについて「なじみの程度」を主観的に7段階で被験者に評定してもらい、データベースとしてまとめている。天野・近藤(1999)は、このデータベースに含まれる単語の中から、以下の特徴を持つ漢字熟語を百羅漢テストの項目として100個選定している。

(A) 同字異音語、同音異字語が存在しない単語

(B) 文字提示による単語親密度が4.0以下の単語

(C) 音声提示による単語親密度が 4.5 以上の単語

上記の (A) の特徴から正解答が一つに決まり、同字異音語や同音異字語の影響を取り除くことができる。(B) と (C) の特徴は、音としてはよく知っているが文字としてはなじみがないこと (例えば 筏^{いかだ}、藪医者^{やぶいしや}、鳴戸^{なると}などがある。他の例については研究 1 の方法を参照) を示している。この性質を考慮すると、百羅漢テストは、一般的な語彙能力や語彙数を測定しているというよりも「漢字の読み能力や読みが困難な漢字表記にどれくらい接してきたか」という読書経験を反映していると考えられる (天野・近藤, 1999)。これに基づくと、百羅漢テストは、正字法的な知識の測度として捉えることが可能であり、百羅漢テストで測定される正字法的な知識は、言語知識の一部を構成すると考えられる。

3-2-1-4. 読書経験

言語知識の個人差と関連して、特定の言語に関する知識の有無やその量を測定するのではなく、読書経験の増加に伴って変動するような変数が文章理解の予測要因となり得るかを検討した研究がある (West & Stanovich, 1991; Stanovich & Cunningham, 1992, 1993; Stanovich, West, & Harrison, 1995)。West & Stanovich (1991) は、読書の経験の指標として文学作品の著者や作品名をターゲット刺激として用いる再認課題 (著者再認課題, 表題再認課題) を作成した。つまり、読書経験の豊富な人は文学作品の名前やその著者名を数多く覚えていることが仮定されている。これらの課題では、正再認の項目として実際のベストセラー作品の著者名 (例えば Stephen King や Arthur C. Clarke) や雑誌のタイトル (例えば Esquire や Business Week, Ladies Home Journal) が用いられた。また、虚再認の項目として心理学雑誌の編集委員の名前 (例えば S. E. Hinton) や実在する雑誌のタイトルに類似したタイトル (例えば Wellington's Home Digest や Future Forecast) が用いられた。一連の相関研究によって、二つの再認課題成績は語彙数、文化的な知識、単語の綴り能力、言語の流暢性、文章内の知識の獲得といったさまざまな言語課題成績に対してワーキングメモリ容量や推論能力のような一般的な能力とは独立した寄与を持つことが示された。また、Stanovich et al. (1995) は、読書経験の差異が理解を構成する処理に影響するだけでなく、読みそのものへの興味を高めることを指摘している。つまり、読書は行えば行うほど読みたくなるのであり、それによって読

みに関わる処理の効率が高まると考えられる。

ここで扱われている作品名や著者名の知識は、言語知識を直接的に測定していないので、言語知識の一部とは言えない。しかし、言語知識が言語経験の蓄積によって増加することを考えると、言語知識と言語経験には非常に高い正の相関があることが予測される。したがって、言語経験を測定していると仮定された上述の再認課題は、言語知識の間接的な指標として用いることができると考えられる。

3-2-2. 文章理解における言語知識の個人差の影響

3-2-2-1. 単語レベル

天野・近藤（1999）は、上述した百羅漢テストを用いて被験者の言語知識と単語レベルの理解の関連性を検討している。提示された単語の既知か未知かを判断する課題から推定される語彙数と百羅漢テストの関連性を検討した結果、語彙数と百羅漢テスト得点の間には高い正の相関（ $r = .59$ ）があった。さらに、天野・近藤（1999）は、視覚的に提示された単語の命名課題を実施して、百羅漢テストの得点が高い人ほど反応時間が短くなることを示した。また、McBride-Chang, Franklin, Seidenberg, Custodio, & Doi（1993）は、前述した West & Stanovich（1991）の再認課題（本のタイトルを刺激項目としている）に類似した課題を作成し、読みに障害のある児童と健常児童に実施した。その結果、読みに障害のある児童においても本のタイトルの再認課題で測定される読書経験が標準化された文章理解テストの成績に対して有意な寄与を持つことが示された。また、読書経験と単語表記からの符号化能力（音韻的な表象の等しい単語と非単語のペアから正しく単語刺激を選択する課題によって測定された。）との関連性が示唆されている。

3-2-2-2. 文レベル

筆者の知る限りにおいて、言語経験の個人差が文レベルの処理に影響するかどうかを検討した研究はこれまでに行われていない。しかし、文レベルの処理における単語や統語構造の出現頻度の影響を検討した研究の結果は、文レベルの処理における言語知識の影響を考える上での手掛かりとなると考えられる。なぜなら出現頻度は、読み手がその単語や統語構造を経験する頻度と直接的に関連しており、個人内での言語知識の差を反映すると考えられるからである。

これまでに文の構造や単語の頻度の分布の言語間の違いが、読み手の統語的曖昧性の解消方法に関連することが示されている (Cuetos & Mitchell, 1988; Mitchell, Cuetos, Corley & Brysbaert, 1996)。Cuetos & Mitchell (1988) は、英語とスペイン語における統語的曖昧性の解消に関する言語間比較を行った。実験で使用された文 (26) は、関係節が修飾する名詞に関する統語的曖昧性を含んでいた。

(26) El periodista entrevistó a la hija del coronel que tuvo el accidente.

“The journalist interviewed the daughter of the colonel who had had the accident.”

(報道記者はその事故を受けた大佐の娘にインタビューした。)

統語的に等しい構造を持つ英語の直訳を用いて説明すると関係節 (who had had the accident) は、直前の名詞 (colonel) もしくはより先行する名詞 (daughter) のどちらを修飾しているのかが曖昧である。このような文を英語の話者が読む場合には、直前の名詞 (colonel) を修飾していると解釈される傾向が高いことが示されている (Frazier, 1987)。この結果について Frazier (1987) は、読み手が後の閉鎖原則 (Late Closure principle) という言語普遍の処理原則に従って曖昧性の解消を行うためであると主張している。Cuetos & Mitchell (1988) は、スペイン語の話者が (26) のような文を読む場合に、関係節が先行する名詞 (daughter) を修飾すると解釈する傾向があることを示した。つまりこの結果は、言語普遍であるとされた後の閉鎖原則に当てはまらなかった。Cuetos & Mitchell (1988) は、スペイン語における関係節が直前の名詞ではなく先行する名詞を修飾する頻度が高いという事実を指摘して、スペイン語話者がより頻度の高い解釈に基づいて曖昧性を解消するためであると結果を説明した。その際、統語構造の頻度が重視され、統語構造上のそれぞれの位置にどのような名詞が入るのかは問題とされなかった。

Cuetos & Mitchell (1988) とは異なり、出現頻度の違いの計算が特定の語彙項目ごとに行われるモデルも提案されている (MacDonald et al., 1994; Trueswell et al., 1994)。制約依存モデルでは、ある統語構造をとる頻度が単語ごとに異なるという発見をもとに、統語的曖昧性が生じた際にその文を構成する単語が持つ意味が曖昧性解消に影響することが仮定されている。

これらの研究では、言語を処理する経験に基づいて統語的曖昧性によって生じた複数の解釈の選好が異なる。つまり文理解様式が質的に異なることを示唆している。しかし、単一の言語の中で読み手の読書経験の個人差が曖昧性の解消の効率に影響するかどうかは検討されておらず、今後の研究が待たれる。

3-2-2-3. 文章・談話レベル

文章・談話レベルの文章理解に対する言語知識の個人差の影響に関して、語彙数や一般常識的な知識のように特定の話題に依存しない知識が文章理解成績を予測できるのかを検討した研究と文章の内容と密接に関連する特定の背景知識がどのように文章理解を促進するのかを検討した研究などがある。

一般的常識的な知識の個人差が文章理解成績に影響することを示した研究として Stevenson, Stigler, Lucker, & Lee (1982)が挙げられる。Stevenson et al. (1982) は、日本、台湾、アメリカの小学校 5 年生を対象に長い文章の内容理解課題、Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) の単語課題（単語の意味を答える課題）、数字と単語の短期記憶課題、一般常識に関する知識を問う課題、算数課題などを実施した。その結果、いずれの国の児童においても単語課題と一般常識に関する知識を問う課題で成績が高い児童ほど文章の内容理解課題の成績が高かった。

ある個人がすでに持っている知識が文章理解による新たな知識の獲得に役立つことを示した研究として Hambrick (2003) がある。Hambrick (2003) は、バスケットボールのルールやスター選手の名前を既に知っているかどうかを個人差の変数としてバスケットボールに関する文章の記憶課題の個人差との関連性を検討した。バスケットボールに関する文章を読んだ後で内容に関する再生課題や再認課題実施したところ、バスケットボールに関する先行知識が高い人ほど文章内容の理解成績が高かった。さらに、先行知識の個人差の影響は他の変数（バスケットボールへの興味、一般的な推論能力、ワーキングメモリ容量）とは独立していることが示された。

また、Anderson (1981)は、登場人物に関する新たな知識の獲得の早さと再認にかかる時間に対する人物名とその人物に関する情報の事前提示の効果を検討した。実験では四つのグループの被験者がそれぞれ異なる量の事前学習を行った。第 1 のグループは、文章の登場人物に関して一段落程度の詳しい説明を与えられた。第 2 のグループは、登場人物に関して単文による説明が与えられた。第 3 のグループは、登場する人物の名前の

みが紹介された。第4のグループには何の情報も与えられなかった。各グループは、以上のような事前学習を行った後で、ある個人の日常生活の一部を述べた文章や短文を読んで、それらに関する質問に答えた。その後、文章に出てきた登場人物とその人物が登場した場所を関連付けて記憶した。この人物と場所の関連付けは、一定の成績に達するまで続けられ、そのプロセスの長さが学習効率と考えられた。また、学習した名前と場所の組み合わせに関する再認テストを最後に行った。その結果、事前に人物に関する情報が多く与えられるほど登場人物の名前と場所の関連付けに関する学習プロセスが短いことが示された。つまり、事前学習の段階で登場人物について多くの情報が与えられるほど、人物と場所の記憶の効率は高かったのである。また、人物と場所の再認課題では事前学習で多くの情報を与えられた群ほど反応時間が長くなった。

事前情報の取得が学習段階に促進として働くことは容易に想像できる。しかし、事前情報が多いほど、それに関連した情報の再認により多くの時間を必要とすることは事前情報が効率性を低下させているといえる。よって、学習段階の結果と矛盾するようにも考えられる。Anderson (1981) は、長期記憶の活性伝播モデル (Anderson, 1976) によって結果の解釈を試みている。活性伝播モデルでは、長期記憶内で関連のある情報同士が結びついてネットワークを形成することが仮定されている。このモデルに基づいて実験結果を解釈すると、事前に与えられる知識がある場合、文章の内容は、既に長期記憶内にある先行知識と結びついて長期記憶内に定着しやすい。つまり学習が効率的に行われる。また、先行知識の情報と人物や場所の情報が長期記憶内で結びついているために、人物や場所を想起しようとする、関連する先行情報も同時に活性化される。よって事前に学習した先行知識が多いほど、一度に多くの情報が活性化される。ある人が何かを想起する際に活性化に用いられる認知的な資源には容量があると仮定すると、数多くの情報が活性化される場合には、一つ一つの項目（人物や場所）が十分な活性化を受けにくく、想起可能な程度にまで活性化されるのに時間がかかる。このような説明によって、事前学習で多くの情報がある場合に再認に必要な時間が増加するという結果が解釈されている。

以上のような研究の結果から、先行知識は、文章理解において主に文章を理解する枠組みとしての役割を果たし、新たに入力された知識を定着させるための手掛かりとなると考えられる。

3-3. 先行研究における文章理解成績とワーキングメモリ容量・言語知識の関連性

これまで議論してきたように、ワーキングメモリ容量と言語知識は、文章理解の様々な側面において大きな影響をもつと考えられる。ワーキングメモリ容量と言語知識は、その概念的な性質から異なる概念であると考えられる。しかし、ワーキングメモリ容量と文章理解成績の関連性を検討した先行研究の考察を検証すると、ワーキングメモリ容量と文章理解との間に言語知識が媒介的に影響していると論じる研究もある。しかも、言語知識の媒介的な影響の大きさはどのようなワーキングメモリのモデルを仮定するかによって異なる。

3-1-3で挙げたワーキングメモリのモデルについても、言語知識の影響を論じているものと論じていないものがある。また、言語知識の影響を論じているものについても、その影響の大きさについては、主張が一致していない。以下では、3-1-3で概観したワーキングメモリのモデルや他の先行研究の議論を整理する。

単一処理容量モデル (Daneman & Carpenter, 1980) は、長期記憶の処理効率によってリーディングスパンテストの得点変動することを仮定している。この仮定は、言語知識の高い人と低い人でワーキングメモリのうち情報の保持に割り当て可能な容量が異なることを含意していると考えられる。また、同じ単一処理容量モデルを仮定した研究でも Just & Carpenter (1992) は、長期記憶の処理効率よりもワーキングメモリ容量の大きさ自体が影響すると主張している。つまり言語知識の個人差によって保持に割り当てられるワーキングメモリ容量が変化するが、それとは別にワーキングメモリの容量全体の大きさに個人差を認めているので、言語知識の影響を考慮した上でもさらにワーキングメモリ容量の独立した寄与が文章理解にあると考えられている。

Caplan & Waters (1999)の複数処理容量モデルでは、言語知識の影響に関する議論がない。そのため二つのワーキングメモリ容量（文処理ワーキングメモリと文処理後ワーキングメモリ）において言語知識が影響するのかどうかは明らかにされていない。

Baddeley & Logie (1999) の複数モダリティバッファモデルは、中央実行系が長期記憶にある情報の検索を行うことを仮定している。したがって、長期記憶内の言語知識の個人差は、文章理解に影響すると考えられる。ただし、言語知識の影響とは独立した中央実行系の処理による個人差があると考えられている。また、音韻ループと視空間スケ

ッチパッドは長期記憶とのつながりが全く仮定されていない。そのため、音韻ループや視空間スケッチパッドで起きるとされている現象（類似性干渉や語長効果など）は言語知識の影響を受けないと考えられる。

また、複数モダリティバッファモデルの拡張として、近年、Baddeley (2000, 2003) が提案したエピソードバッファモデルでは、長期記憶から引き出した情報と音韻ループや視空間スケッチパッドにある情報を結ぶコンポーネントとしてエピソードバッファが仮定されている。これによって、意味のある文に関する記憶スパンが無意味つづりの記憶スパンと比較して非常に高くなることなどを説明している。

Engle et al. (1999) の抑制モデルは、特定の知識に依存しない注意の切り替えや保持機能としてワーキングメモリを捉えている。そのため、言語知識とは完全に独立した形でワーキングメモリの個人差が文章理解成績を予測可能であると考えられる。一方、知識に依存しないことを仮定しているために言語知識の個人差が文章理解にどのように影響するかについては全く論じられていない。

Hasher & Zacks (1988) の抑制モデルは、ワーキングメモリ内にある課題と非関連の情報を制御することを仮定しており、そのような機能は言語知識からは独立していると考えられる。ただし、抑制機能の衰えてきた老年期の成人では言語知識が補償的に働くことが仮定されている。よって、少なくとも老年期においてはワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者が文章理解過程に影響すると考えられる。

長期ワーキングメモリモデル (Ericsson & Kintsch, 1995) は、長期記憶の中でも繰り返しアクセスされて自動的に活性化可能な知識を長期ワーキングメモリと定義している。また、本研究では長期記憶内にある知識のうち、言語に関連した経験によって得られた知識を言語知識と定義している。これらの定義の類似から、長期ワーキングメモリは、本研究が扱う言語知識に相当すると考えられる。いわゆる他のモデルが論じるワーキングメモリは、長期ワーキングメモリモデルにおける短期ワーキングメモリに相当する。短期ワーキングメモリは、通常の記事理解では使用されないが、文章から自動的に活性化される知識が少ない場合に、文章内の一貫性を維持するために使用される。この際、処理容量に制限があるため、理解が不完全になる可能性が考えられている。よってこのモデルでは短期と長期の二つのワーキングメモリが独立している。しかし、Ericsson & Kintsch (1995)や Kintsch (1998)では短期ワーキングメモリに個人差があるとは論じられていない。むしろ短期ワーキングメモリが文章理解に及ぼす影響は非常に小さいと

仮定していると考えられる。その根拠として、文章理解中に妨害課題を行っても理解内容が損なわれなかったという Glanzer et al. (1984)の研究結果を挙げている。長期ワーキングメモリモデルでは文章理解の個人差を予測する要因として主に言語知識を仮定していると考えられる。

また、近年、言語的ワーキングメモリについて固定的な容量を仮定せずに、経験による知識のみで言語理解成績を説明しようとする立場も現れた (MacDonald & Christiansen, 2002)。MacDonald & Christiansen (2002)のモデルは、いわゆるコネクショニストの枠組みをとっており、言語に関連する様々な課題の成績を言語経験と表象の安定性という二つのコンポーネントで説明する。このモデルは、ワーキングメモリ容量を活性化された知識の総体と定義しており、処理容量に制限がないことを仮定している。文章理解の個人差は、読み手の言語経験を反映したものであると論じられている。つまり、一時的な情報の処理と保持を担い、容量に制限のあるワーキングメモリの存在が認められておらず、言語知識のみで文章理解成績が予測可能であると考えられている。

以上をまとめると、ワーキングメモリ容量と言語知識の概念自体は、多くの研究で独立していると考えられている。しかし、文章理解の個人差を説明する要因として、その両者が独立した寄与を持つかどうかはモデルによって異なり、一致した見解が得られていないことが分かる。

上述した先行研究のモデルは三つに大別できる (表 3-1)。一つは、ワーキングメモリ容量と言語知識の影響を認めないモデルである。上述したモデルの中では複数モダリティバッファモデル (Baddeley & Logie, 1999) と抑制モデル (Engle et al., 1999) がこれにあたる。もう一つはワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が影響することを認めるが、それ以外にワーキングメモリ容量として独自の個人差を仮定するモデルである。上述したモデルの中では単一処理容量モデル (Just & Carpenter, 1992) と抑制モデル (Hasher & Zacks, 1988) がこれに当てはまると考えられる。最後にワーキングメモリ容量の個人差が、実は言語知識の個人差によって完全に説明されることを仮定するモデルである。上述したモデルの中では長期ワーキングメモリモデルがこれに当てはまると考えられる。また、MacDonald & Christiansen (2002) のコネクショニストモデルもこれに当てはまる。

このように、モデル間でワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の関連性に関する仮定が異なる。特に言語知識から独立したワーキングメモリ容量の個人差を認めるか否

かは、文章理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を考える上で重要な問題であると考えられる。次章よりワーキングメモリ容量と言語知識が文章理解に異なる寄与を持つモデル（2 要因モデル）と言語に関する知識の個人差のみを仮定するモデルとの比較に関してさらに検討する。

表 3－1

先行研究で提案されたワーキングメモリモデルの言語知識の影響に関する仮定

言語知識の影響のタイプ	モデル名
ワーキングメモリ容量に言語知識の影響を認めない	複数モダリティバッファモデル (Baddeley & Logie, 1999)
	抑制モデル (Engle et al., 1999)
ワーキングメモリ容量に言語知識の影響を認めるが、ワーキングメモリとしての独自の個人差を仮定	単一処理容量モデル (Just & Carpenter, 1992)
	抑制モデル (Hasher & Zacks, 1988)
ワーキングメモリ容量は言語知識の個人差で完全に説明されることを仮定	長期ワーキングメモリモデル (Ericsson & Kintsch, 1995)
	コネクショニストモデル (MacDonald & Christiansen, 2002)

4. 2 要因モデル

4-1. 本研究の目的

これまでに論じてきたように、単語レベル、文レベルおよび文章・談話レベルの全てにおいて、文章理解に関わる処理や保持にワーキングメモリ容量の個人差が大きく影響することが示唆されている。一方、長期記憶にある言語的な知識と文章理解の関連性を検討した研究の多くが様々なレベルの知識の効率的な使用によって文章理解が成り立つことを示唆している。このように多くの先行研究があるにも関わらず、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は文章理解においてどのような影響を持っているのかについて研究間で一致した結論が得られていない。その原因の一つは、ワーキングメモリ容量と言語知識のそれぞれの個人差を同時に測定することがそれほど多くなかったことにあると考えられる。両者の個人差を測定した数少ない研究においても、一方の個人差が他方の個人差の統制要因として扱われるに過ぎなかった。そのため、二つの認知的要因の関連性や文章理解への影響の仕方の相違などはほとんど検討されていない。

本研究は、文章理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を同時に検討する。多くの先行研究を考慮すると、ワーキングメモリは、その容量に制限があり、それには個人差が伴うと考えられる。また、3-2-1で論じたように言語知識とは長年の言語に関する経験を通して蓄積された知識である。ここで両者の関連性を考えてみる。

Daneman & Green (1986)は、ワーキングメモリ容量の高い人ほど文章中に現れる新奇な単語の意味を正確に推論できることを示している。この知見に基づけば、ワーキングメモリ容量の高い人は低い人よりも様々な知識を効率的に蓄積した結果として高い言語知識を持つ可能性が考えられる。しかし、これは新たな言語知識を得る過程の一部ではあるものの、典型的であるとは言い難い。なぜなら、一般的にワーキングメモリ容量が低く、そのために文章理解が困難であったとしても、十分な時間をかけたり、辞書などを参照したりすることで文章の内容を適切に理解できるからである。また、言語知識の高い人がワーキングメモリ容量も高いかどうかは、想定されるワーキングメモリのモデルに依存すると考えられる。単一処理資源モデルや抑制モデルでは、特定の知識に依

存しない単一のワーキングメモリが提案されている。一方、長期ワーキングメモリモデルでは、特定の知識に大きく依存したワーキングメモリが提案されている。よって、言語知識が高いことがワーキングメモリ容量を高める可能性はあるが、それは全てのワーキングモデルが認めるものとはなっていない。

この問題に関して、Engle, Nations, & Cantor (1990)が行ったリーディングスパンテストを用いた研究が示唆的であると考えられる。Engle et al. (1990)は、文章理解成績に対するリーディングスパンテストの予測力が語彙数を媒介したものであるかどうかを以下の方法で検討した。まず、出現頻度の高い単語で構成したリーディングスパンテストと出現頻度の低い単語で構成したリーディングスパンテストを作成した。その上で、それぞれのリーディングスパンテストの成績の個人差が文章理解成績の個人差をどの程度予測できるのかを調べた。もしリーディングスパンテスト得点が語彙数の個人差のみを反映しているのであれば、出現頻度の低い単語で構成されるリーディングスパンテストの成績は、語彙数の個人差が十分に表れるので、文章理解成績に対する高い予測力を持つと考えられた。逆に、出現頻度の高い単語で構成されるリーディングスパンテストを用いると、天井効果によって語彙数の個人差が生じないため、文章理解成績をスパンテスト得点で予測することはできないと考えられた。実験の結果、二つのリーディングスパンテストの成績はどちらも文章理解成績に対して有意な寄与を持つことが示された。また、出現頻度の低い単語で構成されるリーディングスパンテストの方が出現頻度の高い単語で構成されるリーディングスパンテストよりも文章理解成績の説明率が高いことも示された。これらの結果は、語彙数に依存しないワーキングメモリ容量と語彙数のどちらも文章理解成績を予測する上で重要であることを示唆している。

以上のような議論をもとに考えると、ワーキングメモリ容量と言語知識が文章理解に対して異なる寄与を持つと考えることができる。本研究は、このようなモデルを2要因モデルと呼ぶこととする。2要因モデルを構成する要因の一つであるワーキングメモリ容量は、同時に処理可能な情報の総量と考え、個人間でそのような容量に個人差があることを仮定する。また、もう一つの要因の言語知識は、長年の言語に関連した経験（例えば読書）によって蓄積された知識の総体であると仮定する。経験に依存した要因なので読書などの言語経験をどれくらい行ったのかに応じた個人差が生じることを仮定する。

このような仮定を行うと、記憶に関する古典的な研究の知見とも矛盾がないと考えられる。そのような先行研究の一つは、短期記憶と長期記憶に記憶を区別する実験心理学

研究である。もう一つは、脳損傷患者の症例における短期記憶課題と長期記憶課題の成績の違いを示した研究である。

第 1 に短期的な情報を処理する記憶と永続的な知識としての記憶の二つに記憶を分割するという考えは、一世紀以上前から議論されてきた。James (1890)は、一瞬一瞬としては意識上にあるが、時間がたてばやがて消滅してしまう、または新たな情報が入力されたときに情報同士の干渉によって消えてしまうような記憶を一次記憶 (Primal memory) と定義した。また、ある出来事・事実の知識や以前に考えたり経験したりした付随的な意識のような、時間の経過により減衰しない記憶を二次記憶 (Secondary memory) と定義した。本研究が扱うワーキングメモリと言語知識は、それぞれ一次記憶と二次記憶に相当すると考えられる。

James (1890) の一次記憶と二次記憶の考えを実証研究へと発展させた研究の一つは Atkinson & Shiffrin (1968) である。Atkinson & Shiffrin (1968) は、情報処理の時系列的な順序に基づき、感覚登録器 (Sensory register)、短期記憶 (Short-term store)、長期記憶 (Long-term store) に記憶を分類した。このうち短期記憶は被験者が様々な情報を操作するワーキングメモリであると考えられる。短期記憶内の情報は、時間の経過とともに減衰してやがて完全に消滅する。一方、長期記憶は、記憶された情報が減衰しない。本研究で扱う言語知識は、言語に関する長期記憶に相当すると考えられる。

Atkinson & Shiffrin (1968) が示した実験の中でも短期記憶と長期記憶の相違を典型的に示したのが単語の自由再生課題である。この課題では、一定間隔で提示される刺激を被験者が見て、刺激の提示順に関わりなく再生した。再生成績は、最初に提示された 2, 3 項目と最後に提示された 2, 3 項目で高かった。前者は「初頭効果 (primacy effect)」, 後者は「新近性効果 (recency effect)」と呼ばれている。初頭効果は、最初に覚えた項目を短期記憶から長期記憶へ効率よく移行することを反映していると考えられる。一方、新近性効果は、最近記憶した刺激の表象ほど時間の経過に伴う減衰の程度が小さいことを反映していると考えられる。以上のように記憶研究による短期記憶と長期記憶の区別は、記憶課題における初頭効果と新近性効果を説明上手く説明している。

第 2 に健忘症などの患者を対象とした研究が挙げられる。Baddeley & Warrington (1970) は、数唱課題の成績が健常者と同程度であるにも関わらず、長期記憶の形成ができない患者の症例を報告している。これとは逆の症例も存在する。Shallice & Warrington (1970) や Vallar & Baddeley (1984) は、短期記憶課題において明らかに健常

者より劣る患者が流暢に言葉を話し(つまり言語知識を健常者と同じように操作できる), 新たな長期記憶を形成できることを報告している。これらの症例報告を考えると, 短期記憶と長期記憶は, 機能的に独立していると考えられる。

以上のような先行研究は, いずれも短期記憶と長期記憶が異なる構成概念であることを示唆している。本研究で扱うワーキングメモリ容量は, 伝統的な短期記憶を含む概念であると考えられる(3-1-1を参照)。また, 本研究で扱う言語知識は, 言語に関する長期記憶の総称とも考えることができる。したがって, 上述のような先行研究の知見はワーキングメモリ容量と言語知識が異なるものであるという仮定を支持していると考えられる。

ここで, 上述したワーキングメモリ容量と言語知識の定義から両者の個人差の関係を改めて考えてみる。本研究においてワーキングメモリ容量は, 同時に処理可能な情報の総量であると考えている。同時に処理可能な情報の多少が, 言語経験が豊かであることや言語知識が高いことを保証するとは限らない。逆に言語経験から生じた言語知識が豊富であることが一度に処理できる情報処理の総量を高めるとは必ずしも言えない。つまり, 二つの要因の個人差が, 一つの要因の個人差を異なる課題で測定したものではなく, 一つの要因に吸収可能ではないと考える。本研究ではこのような意味においてワーキングメモリ容量と言語知識は「独立」であると考え。以下の議論においても「二つの要因が独立である」と論じる場合の「独立」とは, ワーキングメモリ容量と言語知識という二つの要因を言語的認知容量という一つの要因に吸収することができないという意味で用いることとする³。

さて, ワーキングメモリ容量と言語知識が独立していると仮定する場合, それぞれの要因の個人差を他方の影響なしに測定することが理想的である。ただし, 二つの課題の個人差がそれぞれの要因の個人差をそのまま測定できるかどうかは慎重に考えなければ

³ ここでは以下の注意が必要である。それは, 上で用いた「独立」ということは, これらの要因がある課題の遂行に対して相互作用を持つ(従属変数に対して交互作用を持つ)可能性を排除するものではないということである。たとえば, 文や単語の理解のように文章理解に含まれる処理を詳細に検討する場合, 二つの要因の個人差が相互作用的に影響する可能性が考えられる。そのような点を明らかにすることも本研究の目的となる。

ならない。なぜならリーディングスパンテストのような文の理解と単語の保持を被験者に課す課題では、ワーキングメモリ容量に加えて、言語知識の個人差がスパンテスト得点に影響してしまう可能性がある。この場合、リーディングスパンテストはワーキングメモリ容量の個人差のみを測定できない。しかし Engle et al., (1990)の知見を考えると、リーディングスパンテストの材料を操作することによって言語知識の影響を小さく留めておくことができると考えられる。つまり、リーディングスパンテストで使用される文を出現頻度の高い単語で構成することで、スパン得点に対する言語知識の個人差の影響を最小限にするのである。実際、苧阪（1998）の作成した日本語版リーディングスパンテストは、高校の国語教科書で用いられた文を材料としている。よって、大学生を対象にこのテストを実施する場合、被験者はいずれの文も容易に理解できると考えられる。つまり、スパン得点への言語知識の影響を非常に小さくできている可能性がある。実際に後の章で明らかにされるが、日本語版リーディングスパンテスト得点は、様々な言語知識の測度（単語の意味の知識や漢字の読み方の知識など）との相関が非常に小さく、リーディングスパンテストにおける言語知識の個人差の影響は最小限になっていると考えられる。

次に、ワーキングメモリ容量と言語知識が文章理解に及ぼす影響について考える。上述したように、ワーキングメモリ容量と言語知識は概念的に異なる性質をもつため、文章理解への影響の仕方が異なる可能性がある。文章理解はさまざまな処理を経たうえで達成される。よって文章全体の理解成績の個人差に対しては、ワーキングメモリ容量と言語知識の両者を測定する変数が統計的に独立した寄与を持つと考えられる。また、文や単語の理解のように文章理解に含まれる処理を詳細に検討する場合、ワーキングメモリ容量または言語知識の個人差のいずれか一つの個人差のみが理解成績に影響したり、二つの要因の個人差が相互作用的に影響したりする可能性が考えられる。

一方、2 要因モデルとは異なり、固定的なワーキングメモリ容量を仮定せずに、言語的な経験を反映した知識の個人差のみによって文章理解成績の個人差を説明しようとする立場も存在する（MacDonald & Christiansen, 2002; Ericsson & Kintsch, 1995, 3 – 3 と後述の 4 – 2 を参照）。以下で論じるように、これらのモデルにおいてリーディングスパンテストや Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised（以下 WAIS-R）の単語下位テストは、それぞれ独立したワーキングメモリ容量と言語知識の個人差を測定してい

るとは考えられていない。

以下では、2 要因モデルとそれに対立するモデルを比較しながら文章・談話レベル、文レベル、単語レベルの理解の個人差がどのように生じるのかを考察する。

4－2．2 要因モデルによる文章理解の個人差の予測

4－2－1．文章レベル

ここでは文章理解成績に対する言語知識とワーキングメモリ容量の影響について1－1－2で議論したオフライン理解（文章を読み終えた後の理解）とオンライン理解（文章を読み進めている最中の理解）に分けて考察する。

4－2－1－1．オフライン理解における2 要因モデル

文章理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が与える影響に関して、2 要因モデルは、言語知識とワーキングメモリ容量が異なる構成概念であり、それぞれの個人差が文章理解成績に対して独立した寄与を及ぼすと仮定する。

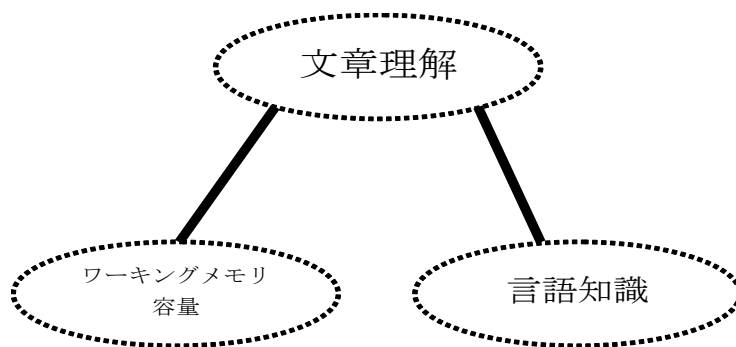


図4－1 (a)

2 要因モデルにおけるワーキングメモリ容量、言語知識と文章理解成績との
関連性についての概念図

図4－1 (a) は2 要因モデルを図式的に示している。ワーキングメモリ容量の個人差はリーディングスパンテストに代表されるようなワーキングメモリ課題によって測定可能であると考えられる。また、言語知識の個人差は百羅漢テストのように被験者の正字法的な知識で測定したり語彙数で測定したりすることができると考えられる。ここで、

文章理解課題の成績は二つの認知的要因の個人差と関連性を持つことに加えて、両者の要因が文章理解に対する影響が独立していると考えられる。つまり、図4-1(a)のように一方の影響を取り除いた場合にも他方の文章理解成績の予測力は残ると予測される。

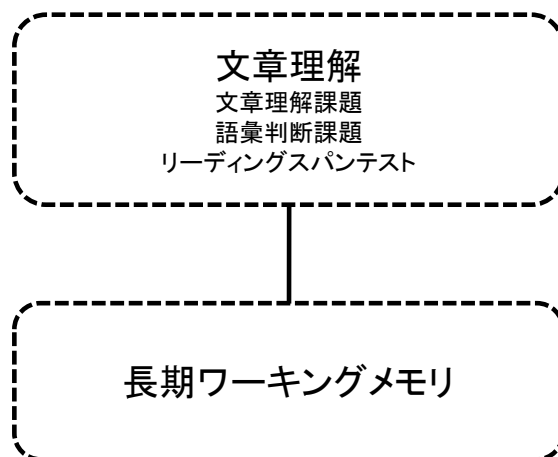


図4-1(b)

長期ワーキングメモリモデルにおける長期ワーキングメモリと文章理解，リーディングスパンテスト，語彙判断課題などの成績との関連性についての概念図

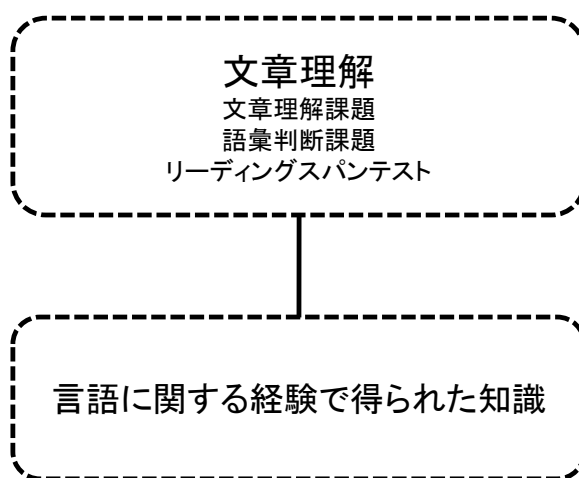


図4-1(c)

コネクショニストモデルにおける文章理解，リーディングスパンテスト，語彙判断課題などの成績の関連性についての概念図

3-3で既に論じたように、2 要因モデルと対立するモデルとしてワーキングメモリに固定的な容量の制限を仮定せず、言語に関連した経験をもとに蓄積された言語に関する知識の個人差が文章理解成績を予測することを仮定したモデルがある。そのようなモデルの一つは図4-1(b)に示されている Ericsson & Kintsch (1995)が提案した長期

ワーキングメモリモデルである。長期ワーキングメモリモデルは、短期ワーキングメモリと長期ワーキングメモリの二つのコンポーネントから構成されることを仮定している。ここで、文章理解の個人差に影響するのは長期ワーキングメモリの個人差、すなわち短期ワーキングメモリにある情報を手がかりに自動的に想起される知識の個人差で説明できると考えられている。

また図4-1(c)に示されている MacDonald & Christiansen (2002)のコンネクショニストモデルも言語に関する知識の個人差と文章理解の個人差の関係を重視している。コンネクショニストモデルは、言語的な経験を蓄積することによって得られた知識の個人差が文章理解成績に寄与することを仮定している。

上記の二つのモデルには共通の特徴として(1)自動的に想起される言語的な知識の個人差によって文章理解の個人差が説明可能であると仮定していること(2)言語的な知識が言語経験の蓄積によって得られると考えていること(3)従来の研究においてワーキングメモリの固定的な容量を測定していると考えられていたリーディングスパンテストの成績を言語的な知識の個人差と捉えていることの3点が挙げられる。よって、本研究は、これら類似した二つのモデルをまとめて言語的認知容量を仮定するモデルと呼ぶことにする。ここでいう言語的認知容量とは、読み手が何の困難さも感じずに想起できる言語的な知識の量を指す。このモデルは、言語的認知容量の個人差が一般的な文章理解成績だけでなく、語彙数や正字法的な知識を測定する課題の成績、さらにリーディングスパンテストなどの従来の研究で言語的なワーキングメモリ容量を測定する課題の成績に影響することを仮定する。つまりこのモデルでは、従来のワーキングメモリ容量と言語知識のそれぞれを測定していると仮定されるテストの成績の間に高い正の相関が表れることを予測する。さらに、そのような測度はいずれも文章理解成績に寄与すると予測する。ただし、2要因モデルとは異なり語彙数の影響を統制した後のリーディングスパンテスト課題が文章理解成績に対して持つ独自の寄与はないと考えられる。これとは逆にリーディングスパン課題成績を統制した後の語彙数が文章理解成績に対して持つ独自の寄与もないと考えられる。なぜなら全ての言語課題は単一の要因(つまり言語的認知容量)の個人差によって変動すると仮定されているためである。

4-2-1-2. オンライン理解における2要因モデル

本研究は、文章レベルの理解におけるオンライン理解の指標として読書中の眼球運動

パターン（サッカードの距離および停留時間）を使用する。よって、ここでは読みの眼球運動パターンを指標に文章のオンライン理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響について考察する。以下では、文章理解中の眼球運動の空間的な側面としてサッカードの距離について考察し、時間的な側面として停留時間について考察する。

サッカードの長さは、ある単語に停留し次にどこへ停留するかを決定する過程によって変動する。3-1-4-3で論じたように、視野の空間解像度は、停留した位置を中心としてそこから離れるほど低くなる。そのため読み手は、比較的解像度の低い視覚情報をもとにサッカードの目標とする位置を計算しなければならないと考えられる。サッカードの長さに影響する可能性がある要因として、3-1-4-3で挙げた「周辺視野へ単語を提示することによる利益」(McConkie & Rayner, 1975)や先行する文脈情報の内容（例えば Rayner & Well, 1996）などが挙げられる。また、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差によってそれらの要因の影響の大きさが変動すると考えられる。

従来の研究において、言語知識の個人差とサッカードの長さの関連性は検討されていない。よって、言語知識の性質から言語知識の個人差がサッカードの距離に及ぼす影響を考察する。第1に言語知識が高い人ほど文字列から単語の意味を検索するボトムアップ処理の効率が高い可能性がある。周辺視野に提示された文字列は、注視点と比較して解像度が低いことが知られている。言語知識の高い人は、数多くの単語を見ているので、解像度の低い文字列からでも高い確率で文字や単語を同定できると考えられる。これが正しければ、言語知識の高い読み手は、ある単語に停留したときに、停留した単語の意味に加えて次の単語の意味も検索可能である。よって、数多くの単語が停留されずにスキップされるので、サッカードの距離が長くなると予測される。第2に言語知識の高い読み手は、先行文脈から後続の単語の意味を正確に予測できると仮定する。これが当てはまるならば、言語知識の高い読み手は、後続の情報を的確に予想しながら読み進めるので、全ての単語に停留する必要がないと考えられる。その結果、数多くの単語が停留されずに読み飛ばされると考えられる。よって、言語知識が高い人ほどサッカード距離は長くなると予測される。

一方、ワーキングメモリ容量とサッカード距離に関連して、Kennison & Clifton (1995)は、ワーキングメモリ容量が現在停留している単語の処理によって消費され、その残りの容量を使って次の単語の処理を行うと仮定した。この際、次の単語の処理をどの程度

行えるかは、ワーキングメモリ全体の総量の影響を受けると考えられる。これが正しいとすると、ワーキングメモリ容量の高い人は、容量の低い人よりも次の単語の処理を行う余裕があるので、次の単語に実際に停留する前にその単語の意味の検索を終える可能性が高い。すると次の単語は一度も停留されないまま意味処理が終わるので、スキップされると考えられる。したがって、この仮説はワーキングメモリ容量が高い人ほどサッカードカードが長くなることを予測している。

以上のように、ワーキングメモリ容量と言語知識のいずれの個人差もサッカードカードの長さに影響する可能性がある。2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識がサッカードカードの距離の個人差に独立した寄与を持つと仮定する。よって、ワーキングメモリ容量の個人差の影響を取り除いた後でも言語知識とサッカード距離との間に正の相関があることを予測する。反対に言語知識の個人差の影響を取り除いた後でもワーキングメモリ容量がサッカード距離に及ぼす影響が残ることを予測する。これに対立する仮説として、ワーキングメモリ容量と言語知識が一つの言語認知容量を反映したものであると考える。この仮説においても言語知識とワーキングメモリ容量の個人差はサッカード距離と相関関係を持つと予測される。しかし、2 要因モデルの予測とは異なり、サッカード距離に対する言語知識またはワーキングメモリ容量の個人差のいずれか一つの影響を取り除いた後では他方の影響は残らないと予測される。

次に、停留時間と言語知識及びワーキングメモリ容量の個人差の関連性について、文章理解中に行われる処理とそれを担う認知要因および反映される眼球運動指標を図 4-2 に示す。

処理レベル（図 4-2 の左）では、ある単語を最初に見たときに文字列から語彙が検索される。さらに、文章全体の意味の首尾一貫性が崩れないように、検索した単語の意味を先行文脈へ統合する過程が続く。ここまでの処理がスムーズに行われれば、読み手はただちに次の単語の処理に移る。しかし、単語の意味検索や先行文脈と検索した単語の意味との間の一貫性の維持に失敗すれば、できるだけ一貫性を崩さないような推論過程が必要となる。

認知的要因レベル（図 4-2 の中央）では、2 要因モデルは言語知識とワーキングメモリがそれぞれ別の処理に影響することを仮定する。単語の意味検索および先行文脈との一貫性の維持に関しては言語知識が主に担うことを仮定する。なぜなら言語知識が高い人ほど語彙が豊富で、ある語彙に関連する知識もより広範に及ぶため先行文脈との一

貫性を確認するための知識を効率的に取り出すことができると考えられるためである。一方、文章内の一貫性を保持するために必要な推論過程は、主にワーキングメモリが担うと仮定する。文章理解における推論におけるワーキングメモリ容量の影響を検討した先行研究の多くが文章理解中の推論はワーキングメモリ容量の高い人ほど効率的に行うことを示唆している (Daneman & Carpenter, 1980; Daneman & Green, 1986; Hasher & Zacks, 1988, 先行研究の詳細については 3-1-4-3 を参照)。先行研究の結果を考慮すると、先行文脈の情報を保持の成否という過程を経て、ワーキングメモリ容量の高い人ほど効率的に文章の一貫性を保持するような推論を行うと考えられる。

最後に、これらの処理を反映する眼球運動の指標を考える (図 4-2 の右)。読書中の停留時間の指標は、様々な定義が可能であり、指標ごとに異なる処理過程が検討できるかが議論されてきている (Altmann, 1994; Altmann, Garnham, & Dennis, 1992; Rayner & Sereno, 1994a, 1994b, またこれらのレビューとして Rayner, 1998)。ここでは Rayner (1998) の定義に基づき、文章理解時の典型的な停留パターンと停留時間の指標を図 4-3 に示す。ただし、一つの領域は英語などのアルファベットを使用する言語で用いられる単語ではなく、日本語の文節を示している (領域の単位を文節とする根拠については後述する)。図では長方形が各文節を表わし、丸が停留を表す。丸についている番号の順に各停留が生じたことを表わしている。

まず、初停留時間 (first fixation duration) は、ある文節への最初に停留した時の停留持続時間とする。図 4-3 では①, ②, ④の停留の持続時間がそれぞれ第 1, 第 2, 第 3 文節の初停留時間である。Rayner(1998)によると、初停留時間は、単語の意味を検索する時間を反映して変動すると考えられる。次に初回注視時間(first-pass gaze duration) は、ある文節に最初に停留してからその文節を出て別の文節を停留するまでの停留時間の合計とする。つまり、同一の文節を一度だけ停留した場合には、初停留時間と初回注視時間は一致する。図 4-3 では第 1, 第 3 文節がこれに当てはまる。読み手が同一の文節を続けて複数回停留すると、初回注視時間が初停留時間よりも二回目以降の停留の分だけ長くなる。図 4-3 では第 2 文節の初回注視時間は、②と③の停留時間の合計であり、③の停留時間の分だけ初停留時間よりも長い。Rayner(1998)によると、初回注視時間は、単語の意味と文章全体の意味との統合過程を反映して変動すると考えられる。また、初停留時間だけでは単語の意味検索に対する時間が十分でない場合に初回注視時間が増加すると考えられる (Rayner & Duffy, 1986)。次に読み直し時間(second-pass

gaze duration)は、一度ある文節に停留して別の文節へと移動した後で、再び元の文節に停留した場合の停留時間の合計とする。図4-3では⑤、⑥、⑦の停留が読み直しにあたり、その停留時間がそれぞれ第1、第2、第3文節の読み直し時間となる。読み直し時間は、解釈の誤りに気づいた場合や先行する文脈を参照する必要がある場合に生じると考えられる（例えば Ferreira & Clifton, 1986; Altmann, 1994）。最後に総読み時間(total reading time)は、回数や順序に関わらず、ある文節に停留した時間の合計とする。例えば図4-3の第1文節の総読み時間は、①と⑤の停留時間の合計である。総読み時間は、初回注視時間と読み直し時間の合計時間と一致する。

以上のような停留時間のそれぞれについて、文章理解中の情報処理およびワーキングメモリ容量・言語知識の影響を考えてみると以下ようになる。読み手がある単語を見たときに、単語の意味を検索する効率は、初停留時間に反映されると考えられる。言語知識が高い人ほど短い時間で単語の意味を検索できるならば、言語知識が高い人は、低い人に比べて初停留時間が短いことが予測される。次に、単語に停留してから一定時間以内に単語の意味が検索できない場合や先行する文脈に単語の意味をスムーズに統合できない場合には、同じ単語に再び停留することが考えられる。このような場合、初回注視時間が増加する。単語に再停留する際には、単語の文字列の特徴を再び認識するとともに、ワーキングメモリ内の情報を用いて単語の意味を推論も行われると考えられる。前者の過程は、言語知識が高い人ほど短い時間で検索を終えると考えられるので初回注視時間が短くなると予測される。また、後者の過程は、ワーキングメモリ容量が高いほどワーキングメモリ内に手掛かりとなるような多くの情報を保持しているので、推論が短時間で達成されると考えられる。したがって、ワーキングメモリ容量の高い人は、低い人に比べて初回注視時間が短くなると予測される。また、ワーキングメモリ内の情報を用いた推論に失敗した場合には前後の文脈から新たに情報を獲得し、ワーキングメモリ内の情報と統合しながら単語の意味を推論する必要がある。そのため、一度その単語以外の単語に停留し再びその単語に停留すると仮定する。これは読み直し時間に反映されると考えられる。この過程ではワーキングメモリ容量の高い人ほど効率的にワーキングメモリ内の情報と新たに獲得した情報を統合できると考えられる。したがって、ワーキングメモリ容量の高い人ほど読み直し時間が短いと予測される。

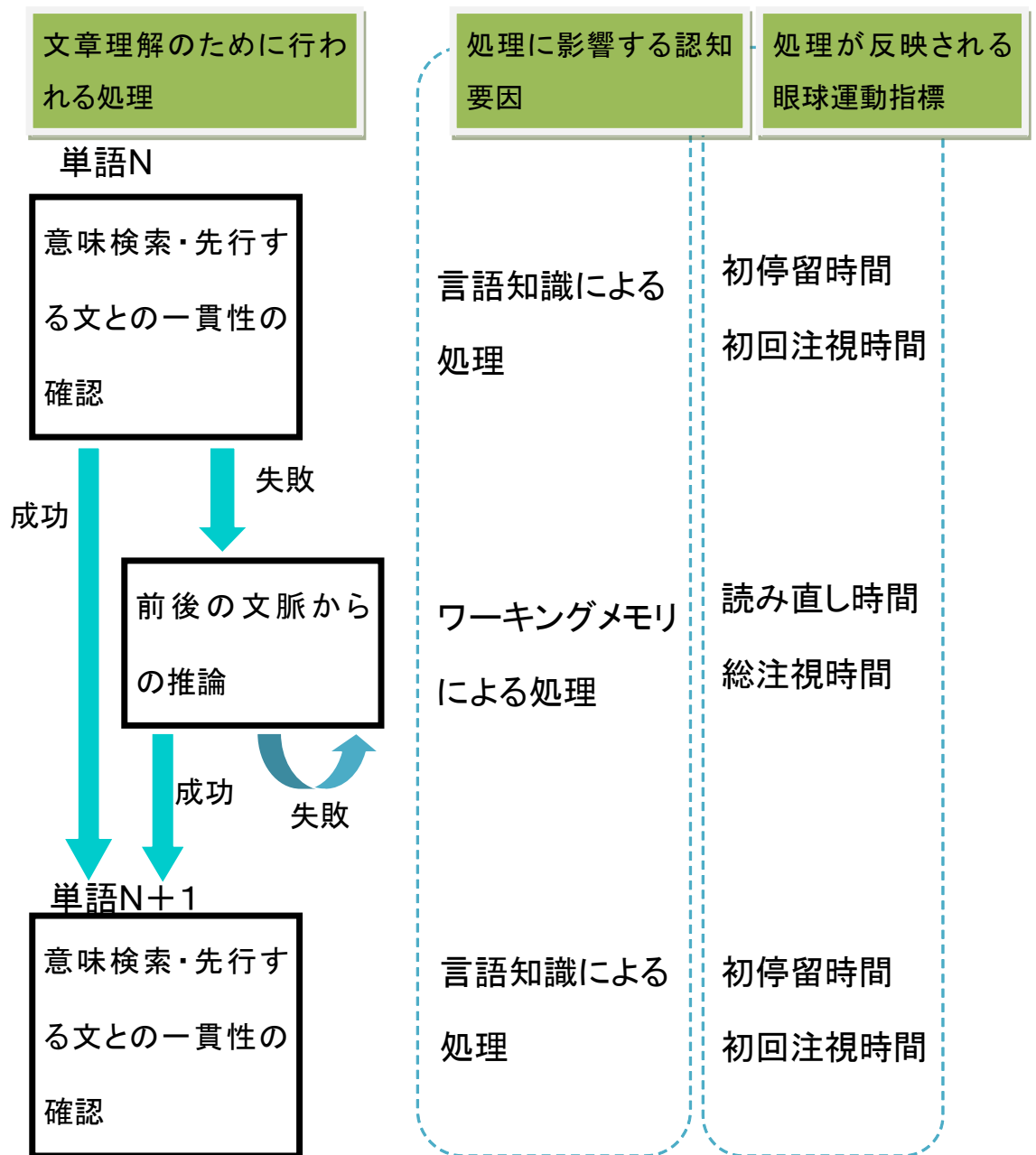


図4—2

読書中、理解に伴う処理とそれを担う認知要因および反映される眼球運動指標

	第1文節	第2文節	第3文節
	さ ^① し ^⑤ は	本 ^② 当 ^③ に ^⑥	聡 ^④ 明 ^⑦ だ。
	第 1 文節	第 2 文節	第 3 文節
初停留時間	②	②	③
初回注視時間	②	②+③	③
読み直し時間	⑦	⑥	⑦
総読み時間	② + ⑤	②+③+⑥	③ + ⑦

図 4－3

停留時間の指標の定義

注：長方形は各文節を表わし、丸は停留を表わしている。停留内の数字の順に読み手の注視点が停留したことを示す。下の表において各指標の数字はその停留を含めることを示している。

以上のように 2 要因モデルでは言語知識とワーキングメモリが文章理解中の異なる処理を担うと仮定する。よって、二つの認知的要因の個人差はそれぞれ異なる眼球運動の指標の個人差に影響することを予測する。2 要因モデルではなく、言語認知容量のみの個人差が存在すると仮定するならば、2 要因モデルでワーキングメモリ容量と言語知識を測定すると仮定されるテスト得点の個人差は、特定の眼球運動の指標にのみ影響するのではなく、全ての眼球運動指標に同じように影響することが予測される。また、ワーキングメモリ容量もしくは言語知識を測定する課題の個人差のうちどちらか一方が眼球運動指標に及ぼす影響を除去した後では、他方の要因の個人差の影響は非常に小さくなることが予測される。

4－2－2. 文レベル

ここでは文理解過程におけるワーキングメモリ容量と言語知識の役割を考察する。本研究は、一般的な文の読みの速さや正確さを扱うというよりも、文を理解するために必要な処理の負荷に関する個人差を検討する。また、文理解過程における様々な要因の影

響は、最終的な理解内容を指標とするオフライン理解のみに現れるのではなく、各単語の読み時間を指標とするオンライン理解にも現れる。オンライン理解に注目すると、複数の要因が一つの文の中でも異なるタイミングで現れることを検証可能である。本研究は、これを利用して、文レベルの理解の個人差を読み時間のようなオンライン理解を対象に検討とする。このような検討は、従来、心理言語学の領域で盛んに行われてきており、単語の出現頻度や文の統語的複雑性などの要因が文を理解する際の負荷となることを示してきた。しかし、そのような要因が全ての人に対して等しい負荷を与えるかどうか明らかになっておらず、従来の心理言語学でほとんど問題にされてこなかった。この背景には、文理解における個人差を統計的な誤差として扱い、全ての人にある要因の効果が等しく影響することを前提としてきたためであると考えられる。しかし、ある要因が全ての人に等しい量の処理負荷を与えるかどうかは自明ではない。また、ある要因について高い処理負荷を示した人が他の要因でも同じように高い負荷を示すとは限らない。

3-1-4-2で論じたように、ワーキングメモリ容量の個人差が文理解過程に及ぼす影響は、Justらを中心としたグループによって検討されている (Just & Carpenter, 1992; King & Just, 1991; MacDonald et al., 1992; Miyake et al., 1994)。しかし、3-2-2-2で述べたように、言語知識の個人差が文の理解に及ぼす影響はこれまでに検討されていない。

本研究が提案する2要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識が文理解の異なる過程に影響することを仮定する。以下では、心理言語学で検討されてきた処理負荷に関わる要因とワーキングメモリ容量および言語知識の個人差の関連性を考察する。これまでの研究で数多くの要因が文理解過程に影響することが明らかになっている。その中からワーキングメモリ容量および言語知識との関連が考えられる要因として、頻度の効果、統語的曖昧性の効果、フィラーと空所の依存関係の処理を取り上げ、これらの要因の個人差について2要因モデルから考察する。

4-2-2-1. 文理解における単語および統語構造の頻度効果の個人差

ここでは単語や統語構造の出現頻度が読み手の文理解に与える影響をワーキングメモリ容量と言語知識の個人差という観点から考察する。単語の出現頻度の効果は、主に単語レベルの理解において処理の困難度を決める重要な要因であることが、語彙判断課題や命名課題の成績によって示されている (Balota & Chumbley, 1984; Forster & Chambers,

1973)。文理解課題においても単語の出現頻度は読み手の困難度に大きく影響する。例えば Rayner & Duffy (1986)は以下のような文を用いて単語の出現頻度が単語ごとの読み時間に与える影響を検討した。

(27) The slow music captured her attention.

(ゆっくりとした音楽が彼女の注意を引き付けた。)

(28) The slow waltz captured her attention.

(ゆっくりとしたワルツが彼女の注意を引き付けた。)

上記の二つの文は、主語の単語の出現頻度が異なる。(28)の waltz の出現頻度は、(27)の music よりも低いため、文の困難度は(27)よりも(28)で高くなると考えられる。ただし、単語レベルの理解と文レベルの理解では、その影響が異なると考えられる。なぜなら文理解過程において、読み手や聞き手は、各単語の意味を検索するだけでなく、単語同士の意味を組み合わせることで文全体の意味を理解するためである。したがって、出現頻度の低い単語を読む場合、その単語の意味検索が困難になるだけでなく、同じ文の別の単語の処理や文全体の意味の理解も困難になる可能性がある。Rayner & Duffy (1986)は、文内の低頻度の単語の読み時間は高頻度語の読み時間よりも長くなるだけでなく、読み時間の増加が次の単語にまで波及すること (spill-over effect) を示している。

文理解過程における単語の出現頻度の効果について Perfetti (1985)は、出現頻度の低い単語の理解にはワーキングメモリの処理容量が多く消費されると仮定している。これが正しいならば、ワーキングメモリ容量の低い読み手は、低頻度語の処理によって容量を使い尽くす可能性が高く、その単語を含む文全体の理解が困難になると仮定される。

2 要因モデルの枠組みでは、単語の出現頻度効果の個人差に関して二つの仮説が考えられる。第1に頻度効果は、言語知識の高低によって変動するが、ワーキングメモリ容量の高低では変動しないと仮定する。これは言語知識が言語に関連した経験によって蓄積される知識であり、出現頻度は読み手の経験と相互作用的に働くと考えられるためである。一方、ワーキングメモリ容量は経験に依存した要因ではないので単語の出現頻度との関連性は低いと考えられる。言語知識と単語の出現頻度の関連性について、言語

知識の高い人は、頻度の高い単語と低い単語のどちらを含む文も処理した経験が十分にあると考えられる。一方、言語知識の低い人は、比較的頻度の低い単語を含む文を処理した経験が少ないと考えられる。この仮定に基づいて、言語知識と単語頻度が理解に伴う困難度を与える影響を図示したのが図4-4の(a)と(b)である。

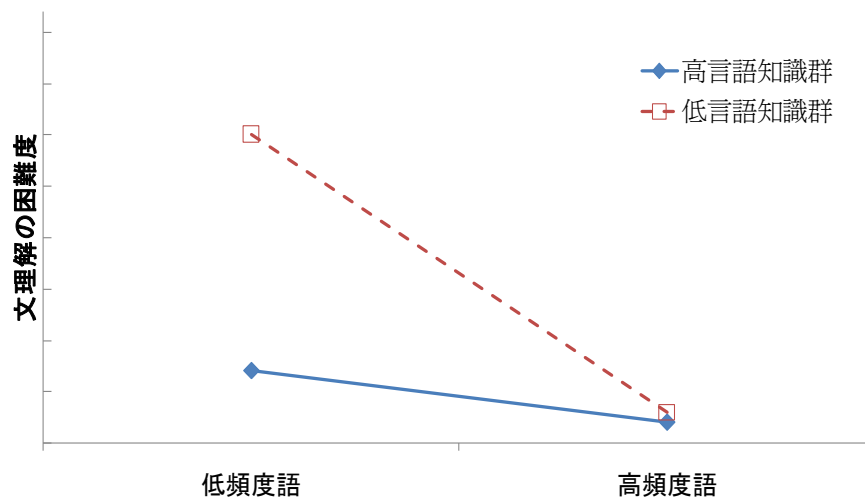


図4-4(a)

高ワーキングメモリ容量群における文理解の困難度に対する頻度効果と言語知識の個人差の影響：ワーキングメモリ容量と言語知識との間に交互作用を仮定しない場合

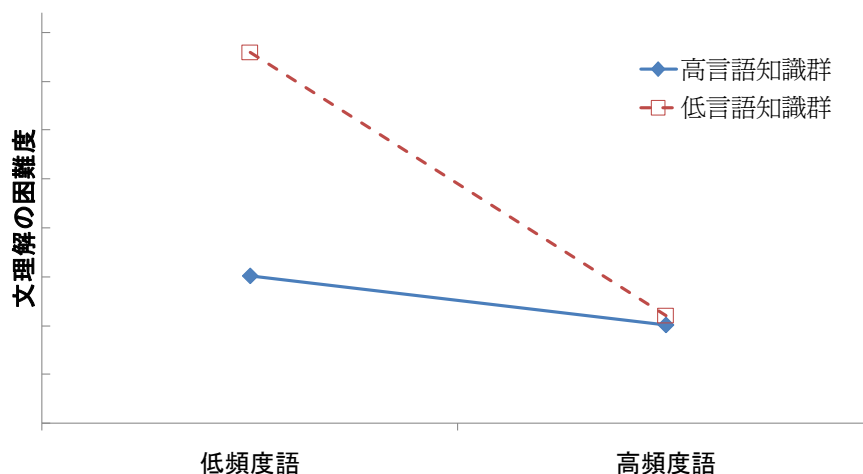


図4-4(b)

低ワーキングメモリ容量群における文理解の困難度に対する頻度効果と言語知識の個人差の影響：ワーキングメモリ容量と言語知識との間に交互作用を仮定しない場合

言語知識の高い人は理解のし易さに及ぼす頻度の影響が言語知識の低い人に比べて

小さいことが予測される。また、言語知識の個人差が困難度に及ぼす影響は出現頻度の低い単語の場合は頻度の高い場合よりも相対的に大きくなることが予測される。図4-4(a)と(b)ではワーキングメモリ容量の高低が異なるが、ワーキングメモリ容量の違いは文理解の困難度に主効果的に影響する可能性があるのみであり、頻度効果の影響の仕方（つまりグラフ内で両言語知識群が形成した線分の傾き）は二つの図で等しいと考えられる。

第2に言語知識とワーキングメモリ容量の二つの要因の個人差が頻度効果に交互作用的に働くと仮定する。図4-5(a)と(b)にこれを図示する。この仮定では、まず単語の頻度によって生じる負荷の大きさ自体は、主に言語知識の高低によって変動すると考える。よって言語知識の高い人ほど単語処理の負荷が小さいと考えられる。さらに文理解に必要な処理全体の負荷がワーキングメモリ容量と関連すると仮定する(Perfetti, 1985)。その場合、低頻度語の処理負荷が高くてその文を理解するだけの十分なワーキングメモリ容量を持つ人であれば処理負荷を反映するような読み時間の増加や理解成績の低下は少ないと考えられる(図4-5(a)の場合)。また、ワーキングメモリ容量の低い人であっても言語知識が高ければ低頻度語を処理するための負荷は比較的小さく、文理解全体の処理負荷も小さいと考えられる(図4-5(b)の場合)。この仮説は上述の Perfetti (1985) について言語知識の個人差の影響を考慮した拡張と位置付けられる。

このように文理解における頻度効果の個人差はワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が複雑に影響する可能性がある。従来の研究では二つの認知的要因の個人差を同時に検討することがなかったため、ここでどの仮定が最も妥当であるかを決めることはできない。本研究において実証的に検討する課題とし、総合考察で再びこの問題を議論することとする。

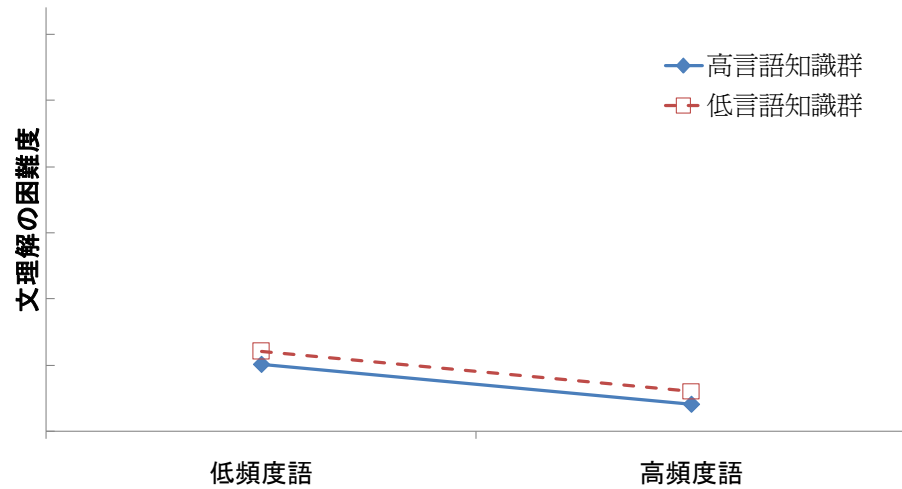


図 4－5(a)

高ワーキングメモリ容量群における文理解の困難度に対する頻度効果と言語知識の個人差の影響：ワーキングメモリ容量と言語知識との間に交互作用を仮定する場合

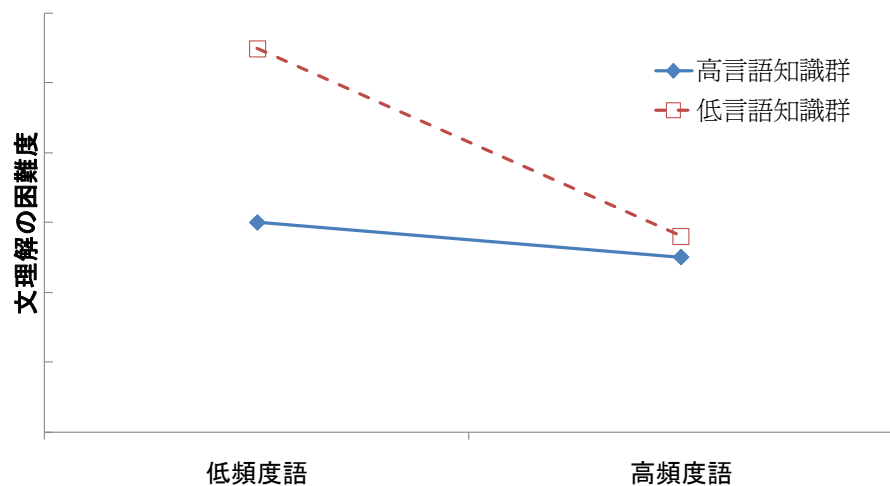


図 4－5(b)

低ワーキングメモリ容量群における文理解の困難度に対する頻度効果と言語知識の個人差の影響：ワーキングメモリ容量と言語知識との間に交互作用を仮定する場合

次に、統語構造の頻度効果について検討する。単語の出現頻度の効果と同じように、出現頻度の低い統語構造の文は、出現頻度の高い構造の文よりも処理負荷が高いことが知られている (Cuetos & Mitchell, 1988; MacDonald et al., 1994; Yamashita, 2002)。これに基づき、本研究でも文の統語構造の頻度が低いほど処理が困難であると仮定する。言語知識と文構造の頻度はどちらも言語経験の量と関連しており、単語の出現頻度の効果の

個人差と同様の予測が 2 要因モデルによって行うことができる。

第 1 に統語構造の頻度効果は言語知識の高低によって変動するが、ワーキングメモリ容量の高低では変動しないと仮定する。言語知識と単語の出現頻度の関連性について、言語知識の高い人は、頻度の高い構造と低い構造のどちらの文も十分に処理した経験があると考えられる。しかし言語知識の低い人は、比較的頻度の低い構造の文を処理した経験が少ないと考えられる。したがって言語知識の高い人は、統語構造の頻度が理解に及ぼす影響が言語知識の低い人に比べて小さいと予測される。また、言語知識の個人差が困難度に及ぼす影響は、出現頻度の低い統語構造の文の方が頻度の高い文よりも相対的に大きいと考えられる。

第 2 に言語知識とワーキングメモリ容量の二つの要因が頻度効果に働くと仮定する。まず統語頻度の頻度によって生じる負荷は言語知識の高低で決まる。ここでは言語知識の高い人ほど単語処理の負荷が小さいと考えられる。さらに文理解に必要な負荷とワーキングメモリ容量との関連性を考慮して、低頻度の統語構造の文の処理負荷が高くてもワーキングメモリ容量が高ければそれを処理するだけの十分な容量があるので、処理負荷が理解の指標（読み時間、理解成績）に与える影響は少ないと予測される。また、ワーキングメモリ容量の低い人であっても言語知識が高ければ低頻度の統語構造を持つ文を処理するための負荷は比較的小さく、文理解全体の処理負荷も小さいと考えられる。

以上のように、単語の頻度効果の個人差と同様に、統語構造の頻度効果の個人差もワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が影響する可能性がある。この問題も本研究で実証的な検討を行い、後で再び議論したい。

4-2-2-2. 文理解における曖昧性解消の個人差

3-1-4-2 で論じたように、文理解中に生じる一時的な曖昧性の解消にはワーキングメモリ容量の個人差が影響することが示されている (MacDonald et al., 1992; Miyake et al., 1994)。MacDonald et al. (1992) と Miyake et al. (1994) は、実験結果を単一処理容量モデルによって解釈しており、曖昧性によって生じる複数の解釈をワーキングメモリ容量の高い人ほど長い時間保持することができると考えている。本研究は、言語知識の個人差を加えた場合の曖昧性解消の個人差について 2 要因モデルの観点から考える。先行研究では曖昧性に関して一義的に決定できない複数の解釈は、主に出現頻度や統語的複雑性などの言語側の要因に応じて活性化の程度が決まると考えられていた。

これが正しいならば、曖昧性によって生じる複数の解釈の活性化の程度は読み手のこれまでの言語経験によって変わる可能性がある。つまり、言語知識の高い読み手は低い読み手よりも多くの解釈の可能性を想起する可能性がある。この点について神長（2003）および神長・木村・馬塚（2002）は、語彙的および統語的に曖昧性が生じる（29）のような文の理解に言語知識とワーキングメモリ容量の個人差が影響するかどうかを検討している。

（29）赤ボタンをおすとめすの猿はほとんど同時にすばやく押した。

読み手が（29）を先頭から読んでいくと、第2文節（おすと）で一時的な語彙的・統語的曖昧性が生じる。一つの解釈は動詞（押すと）であり、もう一つの解釈は名詞（雄と）である。これらの解釈は語彙的に複数の解釈が可能であるだけでなく、二つの語彙の解釈で品詞が異なるため、統語的にも二つの解釈が想起されると考えられる。Just & Carpenter (1992)の仮説に基づけば、いずれの曖昧性を解決する際にもワーキングメモリ容量の高低が影響すると考えられる。神長（2003）ではワーキングメモリ容量の測度として日本語版リーディングスパンテストを実施し、言語知識の測度として百羅漢テストを実施した。さらに両者の個人差と文の理解成績（内容理解問題の成績と文節ごとの読み時間）の関連性を検討した。その結果、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者が文理解成績に影響し、両方の測度で高い成績をあげたグループの被験者だけが（29）のような文を正確に理解することができた。本研究の2要因モデルの枠組みでこの結果を解釈すると、言語知識の高い人が曖昧性を含む箇所を読む場合に、複数の解釈が高い水準で活性化されると考えられる。これを支持する結果として、言語知識の高い人ほど曖昧性が生じる文節の読み時間が長くなる傾向が示されている。さらに、曖昧性が解消されるまで二つの解釈を保持するには、読み手に十分な大きさのワーキングメモリ容量が必要なため、ワーキングメモリ容量と言語知識の両者が高い人だけが文を正確に理解できたと考えられる。

神長（2003）の結果は、本研究が提案する2要因モデルの妥当性を支持する一つの証拠であるといえる。しかし（29）のような文は、語彙的にも統語的にも一時的な曖昧が生じるため、言語知識やワーキングメモリ容量の個人差がどちらの曖昧性、もしくは両方の曖昧性の解決に影響したのかは明らかにされていない。

4-2-2-3. フィラーと空所の依存関係の処理の個人差

フィラーと空所の依存関係 (filler gap dependency) とは、規範語順から単語の位置が移動した文 (かき混ぜ文) において移動を受けた語 (フィラーと呼ぶ) がもとあった位置 (空所またはギャップと呼ぶ) で改めて想起されて、規範語順と同じ語順で理解されることをいう。(30) のような英語の疑問詞疑問文では、フィラー (i で表わす) である疑問詞が空所 (gap_i で表わす) の位置で再び想起されると考えられている。

(30) Who_i did you meet [gap_i] at the station?

(あなたは駅で誰に会ったの。)

フィラーと空所の依存関係に関して、移動を受けた語を読んでから元の位置 (空所) までの距離が (31) のように遠い場合は (32) のように隣り合わせの場合に比べて空所における処理が困難になることが示されている (King & Just, 1991; Miyamoto & Takahashi, 2002; Ueno & Kluender, 2003)。

(31) 本_iを学校の横の小さな本屋で太郎が[gap_i]買った。

(32) 本_iを太郎が[gap_i]買った。

(31) と (32) の困難度の相違は、移動を受けた語を読み手が読んだ直後に空所が出現するか、他の単語をいくつか読んだ後で出現するかの違いによって生じると考えられる。つまり、空所が出現する前に直面する単語の分だけワーキングメモリ容量が多く消費されることが考えられる。したがって2要因モデルによってフィラーと空所の依存関係の処理の個人差を考えると、移動を受けた語を空所の位置で想起する際にワーキングメモリ容量の個人差が影響すると考えられる。ワーキングメモリ容量が低い人では移動を受けた語と空所の間の距離が離れているとワーキングメモリが使い尽くされてしまう。すると移動を受けた単語を保持することが困難になり、空所の位置でフィラーの単語をスムーズに想起できない可能性がある。一方、ワーキングメモリ容量の高い人は、移動を受けた語を読んだ後で空所がすぐに出現しなかったとしても、ワーキングメモリを使い尽くさずに空所を発見し、移動を受けた単語をスムーズに想起することが可能であると考えられる。一方、フィラーと空所の依存関係の処理は、経験に依存した要因ではな

いので言語知識の個人差は特に影響力を持たないと考えられる。

以上のように文理解レベルでは様々な要因が処理の困難さに影響するが、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差によってその効果の大きさが変動すると予測される。2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識が文理解において別の役割を担うことを仮定し、それぞれの言語学的な要因に異なるバランスで影響すると考える。この仮定よりワーキングメモリ容量の指標の個人差と言語知識の指標の個人差は、文によってオンライン理解の指標（読み時間）に対する説明力が異なると予測される。また、ワーキングメモリ課題と言語知識課題の個人差が交互作用的に文理解過程に影響する可能性もある。

2 要因モデルとは異なり、全ての言語学的な要因について単一の認知容量の個人差で説明するモデルは、ワーキングメモリ容量の指標と言語知識の指標を区別しない。リーディングスパンテストに代表されるワーキングメモリ課題と、語彙数や正字法的な知識を問うような言語知識課題の個人差が単一の言語認知容量の影響を受けていると考えられる。このことから、これらの課題の成績は、全ての言語学的な要因の効果の大きさについて同じ様な説明力を持つと考えられる。また 2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量を測定する課題と言語知識を測定する課題の個人差が文理解過程に交互作用的に影響することを説明可能である。しかし言語的認知容量の個人差を仮定するモデルは、そのような交互作用の存在をうまく説明できない。

4-2-3. 単語レベル

ここでは単語レベルの理解の個人差について 2 要因モデルから考察する。本研究は、単語レベルの理解について、単語の意味検索段階と検索された意味の保持段階の二つの処理を仮定する（図 4-6 参照）。2 要因モデルは、文章・談話レベルと文理解レベルと同様に、ワーキングメモリ容量と言語知識が単語レベルの理解に関わる処理に異なる影響を与えることを仮定する。第 1 に長期記憶から単語の意味を検索する処理は、言語知識の個人差が影響すると仮定する。第 2 に検索された意味の保持は、ワーキングメモリ容量の個人差が影響すると仮定する。以下では単語レベルの理解に関わる要因のうち単語の意味検索過程と語彙的曖昧性もつ単語の意味の保持について論じる。

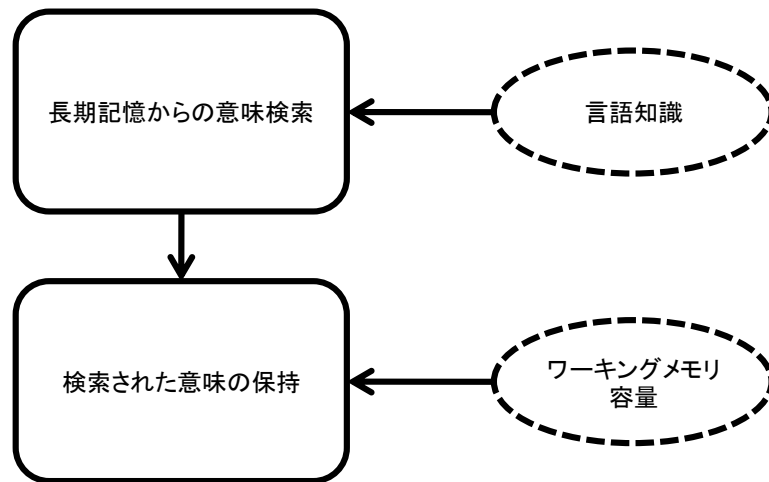


図 4－6

単語レベルの理解に関わる処理とそれに影響する認知的要因

4－2－3－1．単語の意味検索の個人差

単語の意味検索過程における個人差について、2 要因モデルは言語知識の個人差が関連することを仮定する。この仮定は言語知識の一部に語彙数が含まれることを考慮すれば当然のことであると考えられる。言語経験を数多く持つ言語知識の高い人は、単に単語を数多く知っているだけでなく、それをより効率的に使用して、短い時間で単語の意味を検索できると考えられる。この仮定を支持する結果が先行研究でも得られており、文学作品の著者や作品名をターゲット刺激として用いる再認課題(著者再認課題、表題再認課題)の成績が、語彙数、文化的な知識、単語の綴り能力、言語の流暢性、文章内の知識の獲得に影響を及ぼすことが示されている(West & Stanovich, 1991; Stanovich, & Cunningham, 1992, 1993; Stanovich, West, & Harrison, 1995)。

また、単語の意味検索過程ではワーキングメモリ容量の影響が仮定されない。よって、ワーキングメモリ容量の個人差によって単語の意味検索の効率(検索時間および検索の正確さ)と関連するとは予測されない。

一方、言語的認知容量のみで文章理解の個人差を説明するモデルは、ワーキングメモリ容量および言語知識どちらの個人差でも単語の意味検索過程の個人差を予測できると考える。言語知識の個人差が意味検索過程に影響することは上述の通りだが、ワーキングメモリ容量の個人差の影響を示した研究として Daneman & Green (1986)がある。

Daneman & Green (1986)は、ワーキングメモリ容量の高い人ほど新奇な単語の意味を文章の文脈からより正確に推論できることを示している。この知見に基づくと、ワーキングメモリ容量の高い群は、低い群よりも数多くの単語を知っていると考えられる。したがって、単語の意味検索も容量の高い人は低い人に比べて効率的である可能性がある。ただし、Daneman & Green (1986) では被験者の言語知識に関する指標が統制されていない。したがって得られた結果には言語知識の個人差が交絡している可能性があり、言語知識の個人差の影響を統制した上で検証する必要がある。

4-2-3-2. 語彙的曖昧性を持つ単語の意味の保持の個人差

単語レベルの理解において語彙的曖昧性が影響することが知られている。語彙的曖昧性とは bank に「銀行」と「土手」という二つの意味があるように、一つの単語の表記または音韻表象が複数の意味を持つことを指す。語彙的曖昧性を持つ多義語に直面すると、読み手は最初に複数の意味を活性化させて、その後文脈があれば文脈に一致する意味だけを保持することが示唆されている(Swinney, 1979)。

日本語は、表記の特徴として同音異字語が非常に多いことが知られている。一つの音韻表象に複数の意味が関連付けられているという意味において、日本語は語彙的曖昧性の非常に高い言語であるといえる。ただし、漢字仮名混じり表記という日本語のもう一つの特徴を考慮すると、日本語の語彙的曖昧性は複雑な過程から成り立つと考えられる。つまり、同音異字語を持つ単語をひらがなで表記すると、表記からは語彙的曖昧性を解消することができない。しかし、漢字表記にすることによって同音異字語の中から特定の単語を同定し語彙的曖昧性を解消可能である。ただし従来の研究において漢字表記語は語彙的曖昧性が生じても解消可能であるのか、そもそも漢字表記語には語彙的曖昧性が生じないのかは明らかにされているとは言い難い。

単語の意味検索過程に関して二重経路モデル (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001) やコネクショニストモデル (Seidenberg, 2005) などが提案されているが、いずれのモデルにおいても単語が持つ音韻表象が意味検索にとって重要であることは一致している。この点を考慮すると、日本語は音韻から生じる語彙的曖昧性が非常に高く、語彙的曖昧性の処理が単語レベルの理解において重要な要因となると考えられる。

4-2-2-2で論じたように、2要因モデルでは語彙的曖昧性の処理に関してワーキングメモリ容量と言語知識の両者が関連することを仮定する。すなわち、語彙的曖昧

性を持つ単語の複数の意味表象がどのように活性化されるのかは読み手の言語経験に依存するので、言語知識の個人差が影響することを仮定する。また、活性化された複数の解釈を保持するためには十分なワーキングメモリ容量が必要となることから、ワーキングメモリ容量の個人差が解釈の保持段階において影響することを仮定する。

2 要因モデルとは異なり、言語的認知容量を仮定するモデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識ではなく言語的認知容量の個人差が単語の意味の保持に影響すると考えられる。

5. 研究1（音読時の読み誤りにおけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響）

5-1. 目的

ワーキングメモリ容量を測定する代表的な課題としてリーディングスパンテストがある（Daneman & Carpenter, 1980; 苧阪・苧阪, 1994; 苧阪, 1998）。研究1はリーディングスパンテスト遂行中の音読に見られる読み誤りを指標として、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文の音読に影響するのかを検討する。また、言語知識の一部と考えられる正字法に関する知識を測定する課題（百羅漢テスト）を実施し、言語知識の個人差とワーキングメモリ容量の個人差がどのような関連性を持つのかを検証する。また、リーディングスパンテストで単語を記憶するための方略に関する内観報告を解析して、使用方略の数や種類とリーディングスパンテストのスパン得点や言語知識の測度との関連性を検討する。

第1にリーディングスパンテスト中の音読過程に関して3-1-2で論じたように、Daneman & Carpenter（1980）の単一処理容量モデルは、音読に見られる読み誤りや言いよどみが音読やターゲット語の記憶に必要な処理負荷がワーキングメモリ容量を上回ることによって生じると仮定している。したがって、ワーキングメモリ容量が低い人ほど文の音読時の言い誤りおよび言いよどみが多いと予測される。また、これを支持する結果が西崎・苧阪（2000）で示されている。しかし、西崎・苧阪（2000）は、ワーキングメモリ容量と一般的な文章を読む場合の読み誤りを検討している。また、言語知識の個人差は統制されていなかった。音読は多様な処理から構成されるので、言語知識も読み誤りの生起と関連する可能性がある。

2要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識が文章理解に及ぼす影響が異なることを仮定している。よって、それぞれの認知的要因の個人差が異なるタイプの読み誤りの生起と関連性を持つ可能性がある。先行研究では、文章の音読中の突っかかりの生起がスパン得点の高い群に比べて低い群で多いことが示されている（西崎・苧阪, 2000）。また、提示されている単語と意味的に類似した単語に置き換えて読む誤りがスパン得点

の低い群に比べて高い群で多いことも示されている。しかし、別のタイプの読み誤り、例えば実際にはない単語を付加したり単語を省略したり繰り返し同じ単語を読んだり漢字を読み誤るなどの指標はスパン得点による差が見られなかった。これらのタイプの読み誤りは、ワーキングメモリ容量ではなく言語知識の個人差が関連している可能性がある。したがって、本研究は、西崎・苧阪（2000）を参考にリーディングスパンテスト中の読み誤りを分類し、読み誤りの生起総数およびタイプごとの読み誤りの生起数を数える。次にそれらの読み誤りの生起とワーキングメモリ容量の測度（スパン得点）と言語知識の測度（百羅漢テスト得点）の個人差との関連性を検討する。

4-1-2-2で論じたような言語的認知容量の個人差のみで文章理解の個人差を説明できると仮定するモデル（Ericsson & Kintsch, 1995; MacDonald & Christiansen, 2002）も、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差がいずれも読み誤りの総生起数と関連性を持つことを予測する。ただし2要因モデルとは異なり、言語的認知容量を仮定するモデルは、2要因モデルが仮定する言語知識とワーキングメモリ容量の測度（百羅漢テスト得点とリーディングスパンテストのスパン得点）がそれぞれ異なる種類の読み誤りと関連性を持つことは予測しない。なぜなら言語的認知容量を仮定するモデルは、二つのテスト得点が単一の要因の個人差を測定していると仮定しているためである。

第2にワーキングメモリ容量の測度と言語知識の測度の関連性について、2要因モデルはワーキングメモリ容量の測度としてリーディングスパンテストを使用し、言語知識の測度として百羅漢テストを使用する。2要因モデルが仮定するように、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が独立しており、かつ各要因を測定しているテストに他方の要因の影響が全くないならば、二つのテスト得点間に相関がないことが予測される。

ただし、4-1で論じたように、リーディングスパンテストは、材料として文や単語を使用しており、それらの文や単語の知識に対して言語知識の個人差が影響してしまう可能性も考えられる。この問題に関して、本研究は、文や単語に関する知識はいずれの被験者にとっても十分に得られていると考える。つまり、天井効果により言語知識の個人差は最小限に抑えられていると考える。なぜならリーディングスパンテストで使用されている文が高校の教科書から選ばれており、被験者を大学生に限定しているためである。また、本研究は、ワーキングメモリ容量が材料に依存しないような情報の処理量であると仮定しており、リーディングスパンテストでは主にワーキングメモリ容量が測定されると考える。一方、百羅漢テストは、漢字の読み方を答える課題であることから、

ワーキングメモリ容量の影響は想定されない。以上をまとめると、リーディングスパンテスト得点に言語知識の個人差の影響が含まれるとしても、個人差がほとんど検出できないと考えられる。したがって、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の相関は低いと予測する。

一方、4-2で論じたように、言語的認知容量のみで文章理解の個人差を説明すると仮定すると、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点はどちらも単一の言語的認知容量を測定していると考えられる。したがって、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点との間に高い正の相関が見られることが予測される(MacDonald & Christiansen, 2002)。

第3にリーディングスパンテスト遂行時の使用方略については、3-1-2-4で論じたように、リーディングスパンテスト得点とテスト遂行時の方略の使用の関連性が示されている。先行研究ではリーディングスパンテスト得点が高い人ほど数多くの方略を使用することが示されている(西崎・苧阪, 2000)。ただし、上述した読み誤りの個人差の研究と同様に、西崎・苧阪(2000)は被験者の言語知識の個人差を統制していない。2要因モデルは、一度に多くの情報処理が可能な人ほど多くの方略を同時に保持しながらリーディングスパンテストを遂行可能であると考ええる。よって西崎・苧阪(2000)と同様、スパン得点と使用方略との間に正の相関を予測する。また、言語知識の個人差と特定の方略の使用が関連性を持つことを特に予測しない。したがって、被験者の言語知識を統制した上でもリーディングスパンテスト得点と方略の使用数との間に正の相関が見られると予測される。

5-2. 方法

5-2-1. 被験者

早稲田大学の大学生および大学院生 32 名(男性 16 名, 女性 16 名, 平均年齢 20.3 歳, SD 1.8) が参加した。調査への参加の際に教育心理学の授業の出席点が与えられた。

5-2-2. 材料

5-2-2-1. リーディングスパンテスト

ワーキングメモリ容量の指標として日本語版リーディングスパンテストを使用した（苧阪・苧阪，1994；苧阪，1998）。テストで用いられる刺激文を提示するために、一枚の紙に文が一つずつ印刷された冊子を作製した。文の中で後から再生を求められる単語には赤い下線が引かれていた。テストに使用された文の例を（33）に示す。赤い下線を引いた単語が再生を求められるターゲット語である。

（33）弟の健二が、まぶしそうに目を動かしながら尋ねました。

さまざまな工夫をこらして、西洋の言葉を学ぼうとした。

大きなえびがたくさん並んでいるのが見えていた。

苧阪・苧阪（1994）によると、テストで使用された文は、高校の現代文の教科書からランダムに選出された。テストでは合計 70 文が使用された。同一試行内に提示される文は意味的に無関連になるように配列された。

5-2-2-2. 百羅漢テスト

言語知識の指標として百羅漢テスト（天野・近藤，1999）を使用した。このテストでは、100 の漢字熟語が冊子に印刷されていた。テストで使用される漢字熟語は天野・近藤（1999）の音声単語親密度（1 から 7 までの値をとる）が 4.0 以上で文字単語親密度（1 から 7 の値をとる）が 3.5 以下の項目が選ばれていた。したがって、これらの項目は、音声で提示された場合には容易に単語を同定できるが、視覚提示された場合には、単語のなじみの程度が低く、単語の同定が困難であると考えられた。選定されたテスト項目のうち、文字単語親密度が比較的高い項目には「狸」・「^{たぬき}幹旋」・「^{あつせん}湯煙」などがあつた。また文字単語親密度が低い項目の中には「^{のろけ}惚気」・「^{わざわざ}態態」・「^{いかだ}筏」・「^{ちやぶだい}卓袱台」などが含まれていた。

5-2-3. 手続き

5-2-3-1. リーディングスパンテスト

テストの基本的な実施手続きは苧阪（1998）に従った。被験者は、視覚提示された文を音読しながら文中の赤い下線を引かれた言葉を覚えるように教示された。被験者が各

文を読み終わると、実験者は、すぐに次の文を提示した。一試行の終わりに実験者が白紙を提示した時点で、被験者は、その試行で提示された下線の単語をできるだけ多く再生するように求められた。下線単語を再生する順序は、文の提示順と一致しなくてもよかった。しかし、短期記憶の新近性効果を排除するため、最後に提示された下線単語を最初に再生することは禁止された。一試行に提示される文の数は、二つの条件から始まり、5 試行終わるごとに一つずつ増加して、一試行に五つの文が提示される条件まで続けられた。本試行の前に練習として二つの文が提示される試行を 2 回行い、被験者が手続きを理解していることを確認した。得点化についても苧阪（1998）に従った。被験者のワーキングメモリ容量は 5 試行中 3 試行以上で全ての下線単語を再生できた一試行あたりの文の数と定義した。例えば一度に 4 つの文が提示される条件で 3 試行以上、全ての下線単語を再生できた場合にはワーキングメモリ容量は 4 となった。ただし、5 試行中 2 試行で全ての下線単語を再生できた場合には、そのときの一試行あたりの文の数から 0.5 を引いた値をワーキングメモリ容量とした。例えば一試行あたり 3 文が提示される条件の 2 試行で全ての単語を再生できた場合には、ワーキングメモリ容量は 2.5 と計算された。苧阪（1998）では、一つの条件で 3 試行以上正答できなかった場合にはテストをその時点で終了したが、本研究では、全ての被験者が一度に 5 文を提示する条件までテストを続けた。

以上の手続きは研究 2 以降でも同じだった。研究 1 のみの手続きとして、テスト遂行中の被験者の文の音読発話とテスト実施後の内観報告をテープレコーダにより録音した。被験者の内観報告については、実施直後に「テストを実施している際に工夫したこと」について自由に報告するように被験者に教示した。

5-2-3-2. 百羅漢テスト

百羅漢テストにおいて被験者は、冊子に印刷された漢字熟語の読み方を解答欄に記入することを求められた。解答に際して、被験者はできるだけ多くの項目に解答することを強調された。全ての項目に解答するために 10 分が与えられた。この時間制限は全ての項目に答えるために十分な時間であることを予備調査で確認した。得点化に関して正しく読み方を書いた項目に対して 1 点が与えられた。

5－3．結果

5－3－1．リーディングスパンテストと百羅漢の成績

各被験者のリーディングスパンテストおよび百羅漢漢字テストの得点を表5－1に示す。二つのテスト得点の相関係数は $r = .12$ であり、有意ではなかった ($p > .10$)。

表5－1

リーディングスパンテストおよび百羅漢の平均得点と SD

	平均得点	SD	満点
リーディングスパンテスト	3.2	0.9	5.0
百羅漢	65.6	9.2	100

5－3－2．音読時の読み誤り

初めにリーディングスパンテスト遂行中の発話をテープレコーダの録音から書き起こした。その後、音読時の読み誤り（以下、音読エラー）を分類し、各タイプの音読エラーの頻度を数えた。

音読エラーの種類については西崎・苧阪（2000）を参考に(1) 何回か同じ言葉を繰り返して読む「繰り返し」、(2) 単語の途中でつまったり、突っかかりする「突っかかり」、(3) 漢字の読み誤り、および言葉の言い誤りをする「言い誤り」、(4) 実際には書かれていない言葉を付け足す「付加」、(5) 書かれている言葉を省く「省略」、(6) 実際には書かれている言葉を違う言葉に置き換えて読む「代替」、(7) 文の途中で止まったり、言いよどんだりする「空白・言いよどみ」の7タイプに分類した。それぞれの音読エラーの例を表5－2に示す。

音読エラーの生起数に及ぼすワーキングメモリ容量および言語知識の影響を検討するため、音読エラーの生起総数、リーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点との相関係数を求めた（表5－3）。その結果、音読エラーの生起総数は、リーディングスパンテスト得点と有意な負の相関が見られたが ($r = -.43$, $p < .05$)、百羅漢得点との相関が有意でなかった ($r = -.29$, $p > .10$)。

表 5 - 2

リーディングスパンテスト実施中に見られた音読エラーの分類と典型例

エラータイプ	エラーと評定する基準
繰り返し	何回か同じ言葉を繰り返し読む。 (例) 人間は氷期と <u>間氷期</u> , <u>間氷期</u> を何度も経てゆつくりと進歩してきた。
突っかかり	単語の途中でつまったり, 突っかかったりする。 (例) それは, <u>ゆ, ゆれながら</u> 水銀のように光って上に上がりました。
言い誤り	漢字の読み誤り, および言葉の言い誤りをする。 (例) 死んだ父親は <u>ひつまめな</u> (正しくは「ふでまめな」)人で, 頻繁に手紙をよこした。
付加	実際には書かれていない言葉を付け足す。 (例) 昼食をとった後, わたし <u>たち</u> はぶらぶらとその辺を散歩した。
省略	書かれている言葉を省く。 (例) 明くる日の朝(<u>早く</u>), 私はわが家の表門の前に立っていた。
代替	実際に書かれている言葉を違う言葉に置き換えて読む。 (例) <u>警察</u> (正しくは「警官」)が広場中に聞えるような甲高い声で叫んだ。
空白・言いよどみ	文の途中で止まったり, 言いよどんだりする。 (例) 近くの駅...からその町の駅までは, 特急でおよそ2時間かかる。

注：音読エラーの例において下線の引かれた箇所が読み誤りを示す。

次に、各タイプの音読エラーの生起数とリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点との相関係数を求めた(表 5 - 3)。有意性検定の結果、リーディングスパンテスト得点は「突っかかり」($r = -.46, p < .01$), 「代替」($r = -.35, p < .05$)との負の相関が有意であり、ワーキングメモリ容量が高い人ほど単語を読む際の突っかかりや別の言葉への言い換えが少なかった。また、百羅漢テスト得点は、音読エラーの総生起数との有意な相関が見られなかったが、タイプ別に音読エラー生起数との相関を調べたところ、「言い誤り」($r = -.44, p < .05$)と「空白・言いよどみ」($r = -.42, p < .05$)との有意な負の相関が見られた。つまり、言語知識の高い人ほど言葉の読み間違いが少なく

不自然な空白や言いよどみが少ないことが示された。

表 5－3

音読エラーの平均生起数、SD およびリーディングスパンテスト得点・百羅漢テスト得点との相関

	繰り返し	突っかかり	言い誤り	付加
リーディングスパンテスト	-.22	-.46**	-.15	.04
百羅漢テスト	-.04	-.06	-.44*	-.01
平均生起数	1.4	4.8	2.3	1.1
SD	1.5	3.7	2.4	1.0
	省略	代替	空白・言いよどみ	音読エラー合計
リーディングスパンテスト	-.27	-.35*	-.18	-.43*
百羅漢テスト	-.00	-.13	-.42*	-.29
平均生起数	1.2	4.4	4.2	24.0
SD	1.7	3.0	3.7	13.1

注: * $p < .05$, ** $p < .01$.

5－3－3. ターゲット単語の記憶方略に関する内観報告

リーディングスパンテスト遂行時の内観報告より使用方略についての発話を書き起こした。発話データからターゲット語の記憶方略に関する発話を抜き出した。一人あたりの使用方略数は平均 2.3 (SD=1.0) だった。さらに西崎・荳阪(2000)に基づいて使用方略を分類した。使用方略は(1) 物語を作成し、同一セット内のターゲット語を関連付ける「物語作成」、(2) イメージを思い浮かべる「イメージ使用」、(3) ターゲット語同士を関連付けて文を作成する「文作成」、(4) 声には出さずに、心的に単語を繰り返し唱える「リハーサル」、(5) 頭文字を音韻的につなげる「頭文字記憶」、(6) 文字または文の形態を記憶する「形態記憶」の六種類だった。各方略の使用人数を表 5－4 に示す。

方略の使用とワーキングメモリ容量および言語知識の個人差との関連を検討するため、使用方略の報告数とリーディングスパンテスト得点、百羅漢テスト得点との相関係数を求めた。有意性検定の結果、リーディングスパンテスト得点と使用方略の数との相関が有意であり、ワーキングメモリ容量が大きい人ほど数多くの方略を使用することが示唆された ($r = .42$, $p < .05$)。しかし、百羅漢テスト得点と使用方略数との間には有意な相

関が見られなかった ($r = -.06$, $p > .10$)。

表 5 - 4

リーディングスパンテストにおける使用方略の種類と使用人数

	物語作成	イメージ使用	文作成	リハーサル
人数(人)	7	11	22	9
割合(%)	21.88	34.38	68.75	28.13

	頭文字記憶	形態記憶	その他	方略使用なし
人数(人)	7	3	13	1
割合(%)	21.88	9.38	40.63	3.13

次に、タイプごとの方略の使用とワーキングメモリ容量および言語知識との関連を検討するため、各方略を使用した場合を 1、使用しなかった場合を 0 と便宜的に符号化し、方略の使用とリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点との双列相関係数を求めた (表 5 - 5)。有意性検定の結果、リーディングスパンテスト得点と有意な相関を示した方略は、「物語作成」($r_{bis} = .65$, $p < .01$)、「イメージ使用」($r_{bis} = .37$, $p < .05$)、「文作成」($r_{bis} = .44$, $p < .05$) だった。この結果はスパン得点の高い人ほど、意識的に物語を作成したりイメージを思い浮かべたり、単語よりも統合された表象である文を構築したりしながらターゲット語を記憶しようとしたと考えられる。また、百羅漢テスト得点は使用方略の数とは有意な相関が見られなかったが、各方略の使用との双列相関係数を求めたところ「イメージ使用」($r_{bis} = -.37$, $p < .05$)、「文作成」($r_{bis} = -.46$, $p < .01$)、「リハーサル」($r_{bis} = .47$, $p < .01$)、「頭文字記憶」($r_{bis} = .40$, $p < .05$) といった方略との相関が有意だった。この結果から、言語知識が高い人ほどイメージを思い浮かべたり文を作成することが少ない代わりに、単語を音韻的に繰り返したりやターゲット語の頭文字だけを記憶したりすることが意識的に行われていたことが示唆された。

表 5 - 5

各タイプの方略使用とリーディングスパンテスト得点・百羅漢得点との
双列相関係数 (r_{bis})

	物語作成	イメージ使用	文作成	
リーディングスパンテスト	.65**	.37*	.44*	
百羅漢	.03	-.37*	-.46**	
	リハーサル	頭文字記憶	形態記憶	その他
リーディングスパンテスト	-.10	.03	-.30	-.06
百羅漢	.47**	.40*	-.12	.05

注: * $p < .05$, ** $p < .01$

5 - 4. 考察

研究 1 は、文の音読時の読み誤りを指標にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文の音読に及ぼす影響を検討した。また、リーディングスパン得点と百羅漢得点の相関を検討した。さらに、リーディングスパンテスト遂行時の使用方略とワーキングメモリ容量と言語知識の個人差との関連性を検討した。

第 1 にリーディングスパンテスト遂行時の音読エラーの生起数とワーキングメモリ容量との相関が有意であり、ワーキングメモリ容量が高い人ほど読み誤りが少ないことが示された。一方、読み誤りの生起総数と言語知識との関連性は見られなかった。しかし、読み誤りを分類し、各タイプの読み誤りの生起とワーキングメモリ容量・言語知識の個人差との関連性を検討したところ、ワーキングメモリ容量と言語知識はどちらも読み誤りに関連することが示された。ワーキングメモリ容量が高い人は、単語を発話する際の突っかかりや、表記されている単語を別の単語に言い換えるエラーが少なかった。また、言語知識の高い人は、単語の読み誤りや音読中の空白および言いよどみが少なかった。

第 2 に 2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点と言語知識の測度である百羅漢テストの間の相関が低いことを予測していた。研究 1 の結果は、これを支持しており、二つの課題成績間の相関は有意ではなかった。つ

まり、リーディングスパンテスト得点の個人差が言語知識の個人差のみでは説明できないだけでなく、その影響は非常に小さいことを示唆している。一方、単一の認知的容量のみで文章理解成績を説明するモデルは、リーディングスパンテストと百羅漢テストがどちらも言語課題であり、同一の要因の個人差を測定していると考えていた。したがって、二つのテスト得点は高い正の相関を持つことが予測された。しかし本研究の結果は、これに一致しなかった。

上記の二つの結果は、いずれも2要因モデルを支持している。ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差から読み誤りの総生起の個人差を説明する場合、ワーキングメモリ容量の個人差のみが有意だった。この結果は、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が読み誤りの生起に対して異なる役割を持つことを示唆している。また、タイプごとの読み誤りとの関連性の結果において、ワーキングメモリ容量と言語知識は異なるタイプの読み誤りと関連性を持っていた。この結果も両者が文章理解過程に異なる影響を持つという仮定を支持している。一方、言語的認知容量の個人差で文章理解の個人差を説明する立場では、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者が読み誤りの生起総数の個人差と関連性を持ち、両者が同じタイプの読み誤りと関連性を持つと考えられたが、いずれも本研究の結果からは支持されなかった。

第3にリーディングスパンテストにおける使用方略に関して、スパン得点の高い人ほど数多くの種類の方略を使用していたことが示された。一方、百羅漢テスト得点と方略の数との間には有意な相関が見られなかった。この結果は2要因モデルの予測と一致しており、リーディングスパンテストを遂行する上での使用方略とスパン得点の関連性は言語知識の個人差とは独立したものであると考えられる。

ここで研究1の目的からは少し離れるが、読み誤りの生起に関して先行研究で提案されているワーキングメモリモデルを基に考察を試みる。

読み誤りの生起総数がリーディングスパンテスト得点と負の相関関係にあるという結果は、西崎・苧阪(2000)の先行研究とも一致していた。またこの結果は Just & Carpenter (1992)の単一処理容量モデル(3-1-3-1参照)により解釈可能である。単一処理容量モデルは、処理と保持の負荷がワーキングメモリ容量の限界に近づくと、処理するためのルールや保持内容の活性化水準を低下させて、ワーキングメモリ容量を使い尽くさないようにすることを仮定している。よって、音読過程における読み誤りは、ワーキングメモリ容量の限界に処理と保持の負荷が近づいたために起きると考えられる。この

仮定より、ワーキングメモリ容量の低い人は容量の高い人よりも頻繁に読み誤りが起こることが説明できる。

さらに、突っかかりおよび言い換えの生起とワーキングメモリ容量との有意な相関関係は、複数モダリティバッファモデル (Baddeley, 1986 ; Baddeley & Logie, 1999, 3-1-3-3 参照) とアイボイスパンを組み合わせることで説明できる。アイボイスパンとは、文を音読する際、実際に音読している箇所と文の理解処理を行っている箇所のずれを指す (眼球運動計測からアイボイスパンの存在を確認した研究として Kondo & Mazuka, 1996)。アイボイスパンは、読み手が音読中に発話のための音韻表象と理解に伴う音韻表象にずれがあり、二つの表象を同時に処理または保持しなければならないことを示唆している。複数モダリティバッファモデルは、音韻的な情報を保持する音韻ループに容量制限があることを仮定しており、リーディングスパンテスト得点が読み手の音韻ループの容量を測定していると仮定すると、スパン得点の高い、すなわち音韻ループの十分に大きな人は、発話している箇所と理解している箇所の音韻情報を同時に音韻ループに保持することができると考えられる。しかし、音韻ループが小さくスパン得点の低い人は発話と理解に用いられる音韻表象を保持するためのスペースを音韻ループに持たないため、発話エラーが数多く生じると考えられる。仮に読み手が発話に必要な音韻表象よりも理解に伴う音韻表象の処理や保持を重視すれば、発話に必要な音韻表象が不完全なものとなり突っかかりが生じると考えられる。また、読み手が発話に必要な音韻表象を重視すると、理解に伴う音韻表象が不完全になり意味は類似しているが音韻的には異なる単語による言い換えが生じると考えられる。

読み誤りの生起と言語知識の個人差の関連性について、言語知識が高い人ほど単語の読み誤りが少なく、空白や言いよどみが少ないという結果が得られた。読み誤りと言語知識の関連性は言語知識の測度が漢字の読み方のテストであったことによると考えられる。また、空白や言いよどみの個人差と関連して、天野・近藤 (1999) は百羅漢テストで得点が高い人ほど単語の音読潜時が長くなることを報告している。したがって、音読中の空白や言いよどみは単語の意味検索に要する時間を反映しており、言語知識の高い人ほどスムーズに単語の意味を検索していると考えられる。

また、リーディングスパンテスト中の単語の記憶方略に関する内観報告を検討したところ、ワーキングメモリ容量および言語知識の個人差は、異なる方略の使用と関連していることが示された。スパン得点は物語作成、イメージ使用、文作成といった方略との

有意な正の相関が見られた。つまりワーキングメモリ容量が高い人は、関連性のないターゲットを結びつけるために物語やイメージ、文などに統合しようとする傾向があると考えられる。一方、百羅漢テスト得点は、スパン得点とは対照的に文作成と有意な負の相関が見られた。さらにリハーサルや頭文字記憶といった方略との有意な正の相関が見られた。この結果より、言語知識の高い人ほど音韻的な方略を数多く使用する傾向があると考えられる。これらの結果に関して、ワーキングメモリ容量が音韻ループとしての役割を果たしていると仮定すると (Baddeley, 1986)、ワーキングメモリ容量の高い人ほど音韻的な記憶容量が大きく、音韻的な処理の負荷が相対的に低いので、イメージや意味に関する方略を意識的に使用することが可能になると考えられる。また、百羅漢テスト得点の個人差が単語の意味検索の効率に影響するという結果 (天野・近藤, 1999) を考慮すると、言語知識の高い人ほど単語の意味処理に関する負荷が小さいので音韻的な情報に注目することができると説明できる。

上述したように、研究 1 の結果は 2 要因モデルが文章の音読過程を説明する上で妥当であることを示唆した。また、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が独立していることを示唆した。

6. 研究2（読書量とワーキングメモリ容量・言語知識の関連性）

6-1. 目的

2要因モデルは、言語知識が読書などの言語に関する長年の経験によって蓄積されることを仮定している。そこで研究2は、日常の読書量を対象にワーキングメモリ容量および言語知識の個人差との関連性を検討する。

2要因モデルは、読書量に代表されるような言語経験が言語知識と高い正の相関関係にあること予測する。しかし、ワーキングメモリ容量は、読書量との正の相関が見られることを予測するような先行研究はない。

一方、言語的認知容量の個人差によって文章理解成績を説明するモデル（研究1と同様に Ericsson & Kintsch, 1995 の長期ワーキングメモリモデルと MacDonald & Christiansen, 2002 のコネクションモデルを等しいとみなして、本研究がつけた呼び方である。次章以降の研究でも言語的認知容量を仮定するモデルと呼ぶ）は、ワーキングメモリ容量を測定するリーディングスパン課題と言語知識を測定する課題は、どちらも広義としての言語課題であり、言語経験との関連性があると考ええる。よって、読書量とリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点との間に正の相関関係があることを予測する。

読書量の測定は、様々な方法が考えられる（例えば Stanovich & West, 1991 の著者再認課題、詳細は3-2-1-4を参照）。本研究は、できるだけ広く一般的な読書に関する行動を捉えることと調査の簡便さを考慮して、本と雑誌を一ヶ月にどのくらい読むかを尋ねることとした。本と雑誌の読書量を別々に尋ねることにより、読書量とワーキングメモリ容量および言語知識との相関関係が、本または雑誌といった特定のタイプの読書と関連するのか、それともタイプによらない読書と関連するのかについて検証することを意図した。

6－2．方法

6－2－1．被験者

大学生 35 人（男性 14 名，女性 21 名，平均年齢は 21.1 歳，SD = 2.5）が参加した。全員が日本語の母国語話者だった。調査への参加に際して，調査に参加した被験者には教育心理学の授業の出席点または図書カード 500 円分が与えられた。

6－2－2．材料と手続き

6－2－2－1．リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

両テストで使用された項目および実施手続きは研究 1 と同じだった。

6－2－2－2．読書量調査

被験者の日常生活における読書量を測定するために質問紙による調査を実施した。質問として一ヶ月に読む雑誌および本の冊数を尋ねた。また，具体的な雑誌や本に関してジャンルや名前がわかる場合には自由に記入するように求めた。被験者が回答に要する時間は約 5 分だった。

6－3．結果

6－3－1．読書量の得点化

被験者が一ヶ月に読む本および雑誌の冊数を読書量と定義した。被験者の回答の中に「小説を一ヶ月に 5 から 9 冊読む」というような範囲をつけた回答が見られた。そのため範囲をつけて回答した被験者の読書量は最小値と最大値の平均値とした。被験者全体の一ヶ月に読む本および雑誌の平均冊数はそれぞれ 3.6 冊 (SD = 3.3) および 1.4 冊 (SD = 2.9) だった。本や雑誌のジャンルや名前については，被験者の中にジャンルのみを記入する人と名前のみを記入する人とジャンルと名前いずれも記入のない人が混在したため分析しなかった。

6-3-2. 相関分析

リーディングスパンテスト得点，百羅漢テスト得点，本の読書量，および雑誌の読書量の平均と各テストの得点間の相関を表 6-1 に示す。相関の有意性検定の結果，リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点との間に有意な相関は見られなかった ($r = -.06, p > .10$)。百羅漢テスト得点と本の読書量の間に正の相関関係が見られた ($r = .51, p < .01$)。つまり，言語知識が高い人ほど一ヶ月あたりに読む本の冊数は多かった。リーディングスパンテスト得点と本の読書量に関して有意ではないものの負の相関を示した ($r = -.14, p > .10$)。リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点は雑誌の読書量とは有意な相関を持たなかった（それぞれ $r = -.13, r = -.06$ ，いずれも $p > .10$ ）。また本と雑誌の読書量の間にも有意な相関は見られなかった ($r = .24, p > .10$)。

表 6-1

リーディングスパンテスト，百羅漢テスト，本および雑誌の読書量の
平均，SD と得点間の相関係数

	リーディングスパンテスト	百羅漢テスト	読書量(本)	読書量(雑誌)
リーディングスパンテスト	—			
百羅漢テスト	-.06	—		
読書量(本)	-.14	.51**	—	
読書量(雑誌)	-.13	-.06	.24	—
平均	3.1	68.7	3.6	1.4
SD	1.0	8.6	3.3	2.9

注: ** $p < .01$

6-4. 考察

研究 2 は，ワーキングメモリ容量および言語知識の個人差が日常の読書量とどのような関連性を持つのかを検討した。結果として，言語知識が高い人ほど本を読む量が多いという正の相関関係が示された。一方，ワーキングメモリ容量と読書量の間には有意な相関関係は見られなかった。この結果は，ワーキングメモリ容量と言語知識では読書量の影響の仕方が異なることを示唆するものである。また，研究 1 の結果と同様に，ワー

キングメモリ容量は言語知識の個人差とは関連性が見られなかった。したがって、言語知識の測度である百羅漢テストの個人差は言語経験を反映していると考えられる。一方、ワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点が言語経験に依存しないことを示唆していると考えられる。したがって、研究2の結果は、2要因モデルを支持しているといえる。

また、言語的認知容量を仮定するモデルは、読書量のような言語に関連した経験を測定した指標は百羅漢のような知識を問う課題だけでなく、リーディングスパンテストのような言語を媒介とした記憶の成績とも正の相関が見られることを予測していた。しかし、リーディングスパンテスト得点は本の読書量・雑誌の読書量のいずれとも有意な相関が見られなかったため、このモデルの仮定は支持されなかった。

言語知識と読書量の関連性を検討した結果、本の読書量は百羅漢テスト得点との有意な相関関係が見られたが、雑誌の読書量と百羅漢テスト得点との間の相関は有意でなかった。この結果から、言語知識は雑誌ではなく主に本を読む経験に依存していることが示唆された。ただし、この結果は雑誌の読書量が全体的に低く、雑誌を全く読まないと回答した人が全体の59%を占めていたためであると考えられる。したがって、言語知識と雑誌の読書量との無相関は雑誌を読むことが言語知識の蓄積につながらないということを示しているわけではなく、言語知識の高い人と低い人の相違が主に本の読書量であることを示していると考えられる。

7. 補足研究 1 (数字の短期記憶スパンとワーキングメモリ容量・言語知識の関連性)

7-1. 目的

研究 1 および研究 2 の結果は、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文の音読や読書経験に対して異なる関連性を持つことを示唆している。研究 3 以降でも様々な文章理解課題を用いて、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差がどのような文章理解過程に影響するのかを検討していく。

本章と次章では、文章理解の個人差についての検討を行う前に、ワーキングメモリ容量および言語知識の個人差と他の認知的な要因の個人差との関連性を検討する。なぜなら文章理解に関わる二つの認知的要因の背景には、一般知能のような潜在変数が影響する可能性があるためである。また、文章理解の個人差もワーキングメモリ容量および言語知識の個人差の直接的な影響を受けるだけではなく、一般知能の間接効果による影響を受ける可能性も考えられる。そこで、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が言語以外の認知的要因の個人差とどの程度の関連性を持つのかを明らかにしておくことで、二つの認知的要因の個人差が文章理解に及ぼす影響の解釈も容易になると考えられる。

以下の補足研究 1 は、ワーキングメモリ容量と言語知識が数唱や逆唱のような数字を材料とした短期記憶とどのような関連性にあるのかを検討する。次章の補足研究 2 は、二つの認知的要因と非言語的な流動性知能との関連性を検討する。

既に論じてきたように、2 要因モデルは、言語知識が言語に関わる経験を通じて蓄積されることを仮定する。よって、どのような材料に関する短期記憶とも相関が見られることを予測しない。一方、ワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテストと数の短期保持とはどちらも短期記憶との関連性が強いことから正の相関が見られると予測される。

この予測はワーキングメモリ容量に関する先行研究と一致している (Turner & Engle, 1989; Baddeley, 1986)。Turner & Engle (1989) はリーディングスパンテストと類似したワーキングメモリ課題の成績と数唱課題成績との間に正の相関関係があることを報告

している。また、Baddeley (1986)の複数モダリティバッファモデルは言語情報が音韻ループで保持され、形や位置のような非言語情報が視空間スケッチパッドで保持されることを仮定している。したがって、リーディングスパンテストと数唱はどちらも主に音韻ループが使用されると考えられるので、このモデルを仮定する場合にも両テスト得点の間には正の相関が予測される。

7-2. 方法

補足研究1の実験は、別の目的で行われた研究の一部として実施された。研究全体で用いられた課題にはリーディングスパンテスト、漢字の画数数え課題、暗算課題、心的折り紙課題、数唱、逆唱、百羅漢テストが含まれていた（ここで取り上げない課題については神長・小谷・並木, 2003を参照）。ここでは実施した課題の一部のみを目的に従って扱う。

7-2-1. 被験者

大学生 50 人（男性 25 人、女性 25 人、平均年齢 21.5 歳、SD = 1.8）が参加した。研究1および研究2に参加した被験者はいなかった。参加に際して教育心理学の授業における出席点が与えられた。

7-2-2. 材料

7-2-2-1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

使用した材料は研究1・研究2と同じだった。

7-2-2-3. 数の順唱および逆唱課題

数の短期記憶の測度として日本語版 WAIS-R（品川他, 1990）の数唱・逆唱下位テストを使用した。数唱下位テストにおいて一つのセット（2 試行）は、一度に 3 桁から 9 桁の数字が用いられた。逆唱下位テストでは一つのセットで一度に 2 桁から 8 桁の数が用いられた。

7-2-3. 手続き

全ての課題が各被験者に対して個別に実施された。被験者の疲労に応じて課題間に休憩がはさまれることもあった。課題の実施順序は被験者間でカウンターバランスした。ここで報告されない課題も含めて一人の被験者が全ての課題を行うのにかかる時間は 1 時間 30 分程度だった。

7-2-3-1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

両テストの実施手続きは研究 1・研究 2 と同じだった。

7-2-3-2. 数唱および逆唱課題

実施手続きは品川他 (1990) の WAIS-R 実施マニュアルに従った。数唱課題において実験者は 1 秒ごとに数字を読み上げた。被験者は、読み上げられた数字を心的に保持することを教示された。一試行内の全ての数字が提示された後で、実験者が合図をしたときに、被験者は全ての数字を提示された順序どおりに口頭で再生するよう求められた。逆唱課題でも実験者の数字の提示方法は同じだった。被験者は、再生の際に提示された順序とは逆に再生することを教示された。得点化に関して、一試行で提示された全ての数を指定された順序どおりに再生できた場合に 1 点が与えられた。数唱課題・逆唱課題ともに、一試行あたりに提示される数字の桁数が少ない方から開始し、提示される数字の桁数は徐々に増加した。

7-3. 結果

各課題の平均得点および課題成績間の相関係数を表 7-1 に示す。研究 1 と研究 2 の結果と同様に、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の間には有意な相関は見られなかった ($r = .22, p > .10$)。数唱と逆唱の成績の間には有意な正の相関がみられた ($r = .57, p < .01$)。また、百羅漢テストの得点は数唱および逆唱の両者とも有意な相関が見られなかった (それぞれ $r = -.03$; $r = .22, p > .10$)。リーディングスパンテスト得点は数唱課題の成績とは有意な相関が見られなかったが ($r = .18, p > .10$)、逆唱課題の成績との正の相関が有意傾向だった ($r = .26, p < .10$)。

表 7-1

リーディングスパンテスト、百羅漢テスト、順唱課題、逆唱課題の平均得点、
SD および課題成績間の相関係数

	リーディング スパンテスト	百羅漢 テスト	順唱課題	逆唱課題
リーディングスパンテスト	—			
百羅漢テスト	.22	—		
順唱課題	.18	-.03	—	
逆唱課題	.26 †	.22	.57 **	—
平均	2.7	60.2	9.6	9.0
SD	0.9	12.0	2.0	1.9

注: ** $p < .01$, † $p < .10$

7-4. 考察

補足研究 1 の目的は、ワーキングメモリ容量と言語知識が数の短期記憶とどのような関連性を持つかを検討することだった。

初めに言語知識と数の短期記憶の関連性について、百羅漢テストと順唱および逆唱課題の成績の間には有意な関連性が見られなかった。この結果は、2 要因モデルの仮定と一致しており、数唱課題や逆唱課題で測定される数字の短期記憶の個人差には言語に関する知識の影響がないことを示唆している。

次に、リーディングスパンテスト得点と数の短期記憶の関連性について、2 要因モデルの予測とは異なる結果が得られた。2 要因モデルはリーディングスパンテスト得点と順唱課題および逆唱課題の成績との間に正の相関関係を予測していた。しかし、結果として順唱課題成績とリーディングスパンテスト得点との相関は有意ではなく ($r = .18$)、逆唱課題成績との相関も有意傾向 ($r = .26$) にとどまった。二つの相関係数の間に有意差が見られないことからリーディングスパンテスト得点と二つの数の短期記憶課題の成績との相関は低いと考えられる。ただし、本研究の被験者数が 50 人であることにも注意が必要であり、相関係数が有意とならなかったのは被験者数が少ないためである可能性

もある。先行研究において Turner & Engle (1989)は、242 人の大学生を対象に数唱課題とワーキングメモリ課題を実施して二つのテスト得点の間に有意な正の相関を報告しているが、その相関係数は $r = .24$ と小さく、本研究で得られた相関係数と同程度である。

この結果に関して 3-1 で論じたワーキングメモリモデルの中では Baddeley & Logie (1999)の複数モダリティバッファモデルによる解釈が可能であると考えられる。このモデルはリーディングスパンテストのような言語を材料としたワーキングメモリ課題において音韻ループと中央実行系という二つのシステムの関与する可能性を論じている。音韻ループがリーディングスパンテストにおいて最も重要な役割を果たすならば、それは数唱課題にも当てはまり、二つの課題間には正の相関が見られるはずである。一方、リーディングスパンテストのようなワーキングメモリ課題において中央実行系の影響が非常に大きいと仮定するならば、数唱課題との相関は必ずしも高くなるとは限らないと考えられる。なぜなら、二つの数唱課題では、数が音韻ループに保持されていくのみで、中央実行系の関与はほとんどないためである。一方、リーディングスパンテストにおいては短期記憶内にある既存の情報と新たに長期記憶の検索を通じて得られた単語の意味を統合したり複数の保持スペースを統合したりするなどの中央実行系が司る処理が重要であると考えられる。

本研究の結果は後者の可能性を支持するものである。近年、Baddeley (2003) も同様の見解を示しており、リーディングスパンテストの成績には音韻ループよりも中央実行系の効率が反映されると論じている。

最後に、ワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点と言語知識の測度である百羅漢テスト得点の間には有意な相関関係が見られなかった。研究 1 および研究 2 とは異なる被験者群においても繰り返し見られたことから、リーディングスパンテストと百羅漢テストがそれぞれワーキングメモリ容量と言語知識の個人差を測定する課題であることの信頼性を高めたといえる。

以上のように、リーディングスパンテスト、百羅漢テスト、数唱課題、逆唱課題の相関関係より言語知識および言語知識を必要とする処理が数の処理とは違うことが示唆された。また、リーディングスパンテストで測定されるワーキングメモリ容量は単純な音韻的な表象の保持ではなく、言語理解に伴う複雑な処理の個人差を反映していることが示唆された。

8. 補足研究2 (流動性知能とワーキングメモリ容量・言語知識の関連性)

8-1. 目的

補足研究1は、ワーキングメモリ容量と言語知識が数の短期記憶とどのような関連性を持つのかを検討した。補足研究2は、前章に引き続いてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が非言語的な流動性知能の個人差とどのような関連性を持つのかを検討する。流動性知能とは「初めて経験する場面に対し、過去の経験によらずに、課題を構成する刺激間の関連性を見出して柔軟に対処する能力」を指す(並木, 1997)。

本研究は、流動性知能を測定する課題としてレーベンマトリックステストを用いる。この課題では複数の図形の並びから並び方に関する規則性を見つけ出し、複数の規則性を組み合わせることによって正答の図形を選び出さなくてはならない。図形の並びから規則性を抽出するという特徴から非言語的な思考能力を測定する課題として数多くの研究で用いられている(例えば Goff, Pratt, & Ong, 2005; Guo, Peng, & Liu, 2005; Majerus, Poncelet, Greffe, Van der Linden, 2005; Sue, McBride-Chang, Wu, & Liu, 2006)。Horn & Hofer (1992)は九つの一般知能因子の一つとして流動性知能を挙げ、それを測定する課題の典型例としてレーベンマトリックステストを挙げている。また、Snow(1980)およびMarshalek, Lohman, & Snow (1983)は知能を測定している複数の課題成績間の相関関係を多次元尺度法により分析して、レーベンマトリックステストが数ある知能テストの中心に位置することを示している。

2要因モデルにおいて、言語知識は言語経験から得られた言語特有の知識と仮定される。上述の Horn & Hofer (1992)によればこのような概念は結晶性知能に相当するものであると考えられる。したがって、その言語知識を測定する課題の成績は流動性知能との相関関係が非常に小さくなることが予測される。

リーディングスパンテストによって測定されるワーキングメモリ容量と流動性知能との関連性については二つの立場がある。第1にワーキングメモリ容量は情報の一時的な保持に加えて処理を可能にする概念であり、保持と処理の両者を並行して達成するため

には注意の制御が重要となる。これを重視したモデルとして Engle et al. (1999) の抑制モデルがある (3-1-3 参照)。Engle et al. (1999) は注意の制御機構が流動性知能に相当すると仮定し、様々なタイプのワーキングメモリ課題に共通の要因がレーベンマトリックスで測定されるような流動性知能と関連することを示した。よって Engle et al. (1999) に基づけば、リーディングスパンテストで測定されるワーキングメモリ容量とレーベンマトリックステストで測定される流動性知能との間には正の相関関係が見られることが予測される。一方、ワーキングメモリ課題において保持および処理における情報の種類 (言語的, 空間的など) の相違を重視する立場もある。Baddeley (1986) の複数モダリティバッファモデルによれば言語情報と非言語情報は保持されるスペースが異なる。そのため、二つの課題成績の個人差に相関が見られることを予測しない。同様の主張は Shah & Miyake (1996) も行っている。Shah & Miyake (1996) は言語的ワーキングメモリ容量を測定する課題と空間的なワーキングメモリ容量を測定する課題の間に相関が見られないことを報告している。これらの先行研究に基づくと言語情報の処理と保持を測定するリーディングスパンテストと言語を媒介しない思考を測定するレーベンマトリックス課題の相関関係は小さくなることが予測される。

以上のようにワーキングメモリ容量と流動性知能との関連性については先行研究で一致した見解がない。仮にワーキングメモリ容量と流動性知能との間に有意な正の相関があるならば、文章理解成績とワーキングメモリ容量の個人差との関連性について、流動性知能の関与を検討する必要があると考えられる。補足研究 2 ではワーキングメモリ容量を測定する課題としてリーディングスパンテスト, 言語知識を測定する課題として百羅漢テストを実施する。さらに流動性知能を測定する課題としてレーベンマトリックステストを実施し三つの課題の成績における個人差の関連性を検討する。

8-2. 方法

8-2-1. 被験者

大学生および大学院生 35 人 (男性 14 人, 女性 21 人, 平均年齢 19.6 歳, SD = 1.0) が参加した。参加に際して心理学の授業の出席点が与えられた。被験者の中に研究 1・研究 2 および補足研究 1 に参加した者はいなかった。

8-2-2. 材料

8-2-2-1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

研究1・研究2および補足研究1と同じだった。

8-2-2-2. レーベンマトリックステスト

被験者の図形の記憶の測度として、レーベンマトリックス課題のうちアドバンス版を使用した (Raven, Raven, & Court, 1998)。各問題の刺激図は、五つまたは八つの図形が2 x 3または3 x 3の格子を構成していた。その際、右下に空欄が来るように図形が配置された。図8-1に八つの図形が並ぶ場合を示す（ただし図8-1は、筆者が実験方法の説明のために作成した例題である。実際に使用された問題と類似しているが、提示される図形は異なる）。配置された図形の下には右下の空欄に当てはまる図形の候補が八つ配置されていた。テストは全体で36問から構成されていたが実施の際の時間制限のため問題番号1から36のうち奇数番号の問題のみを使用した。

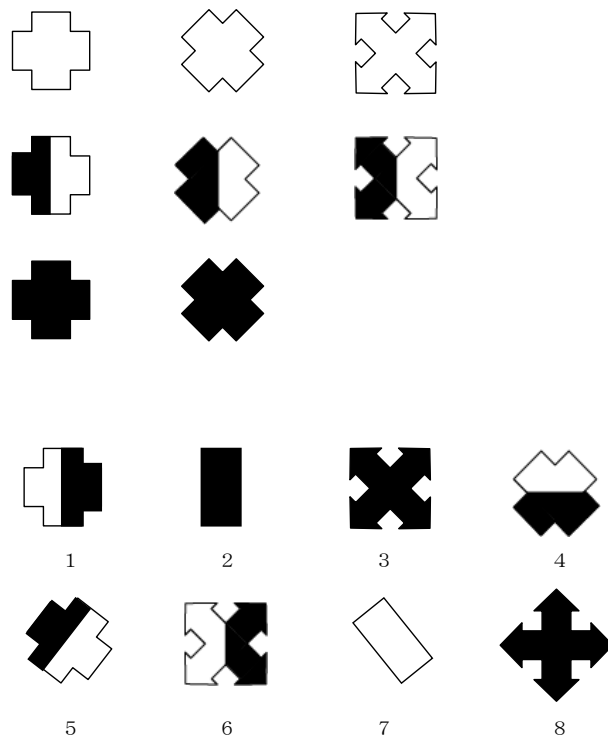


図8-1

レーベンマトリックステストの問題例

8-2-3. 手続き

8-2-3-1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストの実施手続きは研究1・2および補足研究1と同じだった。

8-2-3-2. レーベンマトリックステスト

被験者は格子状に配置された図形を見て、右下の空欄に当てはまると思われる図形を下に提示された八つの候補図形から選び、その図形に丸をつけることを教示された。得点化に関して、被験者が八つの選択肢の中から正しい選択肢を選んだ場合に1点が与えられた。全ての問題に答えるために20分の制限時間が与えられた。被験者は問題の提示順序に従って解答することを求められた。ただし解答を決められない場合には、次の問題へ進んでいいことが教示された。

8-3. 結果

表8-1にリーディングスパンテスト、百羅漢テスト、レーベンマトリックステストの平均得点とテスト得点間の相関係数を示す。

表8-1

リーディングスパンテスト、百羅漢テスト、レーベンマトリックステストの
平均得点、SD および課題成績間の相関係数

	リーディングスパンテスト	百羅漢テスト	レーベンマトリックステスト
リーディングスパンテスト	—		
百羅漢テスト	.26	—	
レーベンマトリックステスト	.09	.30	—
平均	3.1	68.0	13.9
SD	1.0	6.8	2.3

これまでの研究と同様に、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト成績の間に

は有意な相関が見られなかった ($r = .26, p > .10$)。また、レーベンマトリックステストの成績はリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点とは有意な相関が見られなかった (それぞれ $r = .09, p > .10$; $r = .30, p > .10$)。

8－4．考察

補足研究 2 はワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が流動性知能の個人差と関連性を持つのかを検討した。相関分析の結果は、二つの認知的要因と流動性知能との関連性が低いことを示しており、どちらも認知的要因も言語に特有の処理が大きく影響していることが示唆された。

言語知識の測度である百羅漢テストの成績の個人差は、レーベンマトリックステスト得点の個人差と関連性が見られなかった。この結果は 2 要因モデルの仮定と一致しており、言語知識は言語経験に依存した概念であり、特定の知識や経験に依存しない情報処理能力である流動性知能とは完全に独立していると考えられる。

先行研究ではワーキングメモリ容量と流動性知能の関連性について正の相関関係を仮定する立場と仮定しない立場があった。本研究の結果は、後者の立場を支持するものであり、言語的ワーキングメモリ容量を測定する課題であるリーディングスパンテストの得点における個人差は非言語的な流動性知能を測定するレーベンマトリックステストの成績の個人差との間に関連性が見られなかった。この結果は、どのような情報がワーキングメモリ課題で処理または保持されるのかが課題の個人差に大きく影響することを示唆している。

補足研究 2 の結果は、本研究が対象とする言語的なワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が流動性知能の個人差の影響を受けていないことを示唆するものである。よって、研究 1・研究 2 および次章以降の研究の結果は言語以外の能力の個人差の影響を受けておらず、以降の研究において非言語的な能力の個人差の影響を検証する必要はないと考えられる。

9. 研究3 (一般的な文章読解能力に対するワーキングメモリ容量と言語知識の寄与)

9-1. 目的

研究3は一般的な文章理解能力および文章談話レベルの理解にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が影響するのかについて検討する。1-2で論じたように、文章理解過程は、単語レベル、文レベル、文章・談話レベルという複数のレベルの理解の組み合わせで構成され则认为られる。したがって一般的な文章理解能力の個人差は、これら全てのレベルの個人差を合計したものと认为られる。研究3は、そのような一般的な文章理解能力の個人差の予測に関して2要因モデルと言語的認知要因を仮定したモデルとの比較を行う。さらに、複数の文にまたがった情報に関する推論過程の個人差についてワーキングメモリ容量および言語知識の個人差との関連性の有無を検討する。このような推論は文章・談話レベルの理解に含まれると认为られるので、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差との関連性を調べることで、二つの認知的要因が文章・談話レベルの理解に寄与するかどうかを検討できると认为られる。

上述したように文章理解は複数の処理で構成されており、一般的な文章理解能力はそれらの処理の全てが反映されていると认为られる。また、2要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文章理解の異なる側面に影響することを仮定する。よって、二つの認知的要因の個人差と文章理解成績の個人差との間に正の相関が見られることを予測する。また、一般的な文章理解能力の個人差に対してワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が統計的に独立した寄与を持つと予測する。

一方、言語的認知容量を仮定するモデルは、いわゆる言語を媒介とする課題の成績が全て言語経験とそれによって蓄積された知識の個人差で決まると仮定している。よって2要因モデルでは言語知識とワーキングメモリ容量という異なる認知的要因の個人差を測定していると仮定された課題の個人差はどちらも文章理解成績の予測要因となると予測する。ただし、2要因モデルとは異なり、どちらか一方の影響を統制した後でも他方の文章理解に対する寄与が残ることを予測しない。

数多くの先行研究においてワーキングメモリ容量の個人差は文章・談話レベルの理解の個人差の予測要因となることが示されている（例えば Daneman & Carpenter, 1980; Masson & Miller, 1983; 苧阪・苧阪, 1994）。また言語知識の個人差も文章・談話レベルの理解成績を説明できることが示されている（Stevenson et al., 1982）。

また、ワーキングメモリ容量と語彙数の個人差が文章理解成績に対して独立した寄与を持つかが検討されている(Dixon, LeFevre, & Twilley, 1988; Engle, Nations, & Cantor, 1990)。Dixon et al. (1988) は、ワーキングメモリ容量と語彙を測定する課題および文章理解課題を同じ被験者に実施し、ワーキングメモリ容量と語彙数の個人差が文章理解成績に対して統計的に独立した影響を持つことを示している。ただし、Dixon et al. (1988) はワーキングメモリ容量と語彙数との間に有意な正の相関があることを報告している。

また、4-1で論じたように、Engle et al. (1990) は、ワーキングメモリ容量と文章理解成績の個人差との間に語彙数の個人差が媒介変数として影響していないかどうかを検討している。実験の結果は、2 要因モデルを支持しており、語彙数とワーキングメモリ容量はどちらも文章理解成績の個人差に影響していることを示唆している。

研究3は、Dixon et al. (1988) と Engle et al. (1990)の研究を発展させて2 要因モデルの妥当性をさらに検討する。検討するのは以下の2点である。

第1に Dixon et al. (1988)および Engle et al. (1990)はどちらも語彙数の個人差に注目している。2 要因モデルは語彙数が言語知識の一部であることを仮定しているが、言語知識は語彙数のみで成り立つとは考えていない。したがって、語彙数以外の言語知識の測度も文章理解成績に対してワーキングメモリ容量とは独立した寄与を持つと仮定する。これを検証するため言語知識の測度として語彙数の他に一般常識的な知識や正字法的な知識を測定する。これらの知識は文章理解課題の個人差に対してワーキングメモリ容量とは独立した寄与を持つことを予測する。

第2に Dixon et al. (1988)は、語彙数の測度とワーキングメモリ容量の測度の間に有意な正の相関が見られると報告している。上述したように語彙数は2 要因モデルにおける言語知識の一部と考えられるのでワーキングメモリ容量との関連性が低いと考えられる。しかし、Dixon et al. (1988) の結果は、2 要因モデルの仮定と一致しない。また、本研究における研究1から前章の補足研究2までの結果とも異なる。本研究は Dixon et al. (1988) における語彙数測定課題とワーキングメモリ容量測定課題との相関は語彙

数測定の際に制限時間を設けていたことに起因すると考える。なぜなら制限時間がある場合、被験者は短時間に解答するために知識の検索以外に多くの処理が必要となり、ワーキングメモリ容量への負荷が高まった可能性が考えられるためである。したがって、本研究では十分に時間を与えた状況で被験者の語彙数、一般常識的な知識、正字法的な知識を測定し、ワーキングメモリ容量との相関を検討する。これらの課題で測定される知識はいずれも言語知識の一部と考えられるので、互いに高い正の相関を持つことを予測する。また、これらの測度はいずれもワーキングメモリ容量の測度と有意な相関が見られることを予測しない。

9-2. 方法

9-2-1. 被験者

早稲田大学の大学生 62 人（男性 24 人，女性 38 人，平均年齢 20.5，SD = 2.0）が参加した。被験者は参加に際して心理学の授業の出席点を得た。被験者の中に前章までの研究に参加した者はいなかった。

9-2-2. 材料

9-2-2-1. 日本語版リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストで使用した材料は前章までの研究と同じだった。

9-2-2-2. Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R)

百羅漢テスト以外の言語知識の指標として WAIS-R の言語に関連した下位検査を用いた。一般的な知識を問うテストとして知識下位テストを、語彙の測定には単語下位テストおよび類似下位テストを使用した（品川他, 1990）。知識下位テストでは一般常識的な知識が問われた。比較的難易度の低い項目の例として「太陽はどの方角から上りますか。」や「道路の交通信号に使われている色の名前を前部挙げてください。」などがあつた。また、比較的難易度の高い項目の例として「宮城道雄は何で有名ですか。」や「作況指数とはどういう指数ですか。」などがあつた。単語下位テストでは言葉の意味を記述することが求められた。解答する項目には「電車」，「冬」，「西高東低」，「GNP」，「うらぶれた」，

「ろうたけた」、「高邁な」などがあった。類似下位テストでは一對の言葉が与えられて、その言葉の共通点を思いっただけ全て書くことが教示された。テストで提示される項目には「犬—ライオン」、「テーブル—椅子」、「仕事—遊び」、「罰—賞賛」などがあった。品川他（1990）における標準的な手続きでは、個人ごとの面接によってテストを実施するが、集団で実施するために各下位テストの質問および解答欄を冊子に印刷した。教示文と質問は個別に面接で実施する場合と同一だった。

9-2-2-3. 文章理解課題

文章理解成績は大学入試センター試験の「国語Ⅰ」範囲と類似の問題を使用して測定した（旺文社，2003）。テストでは2種類の長文（随筆と小説）および20問の問題が冊子に印刷されていた。テスト問題は文章中に出現する単語の漢字と同じ表記の例を正しく選ぶ問題（5題）、単語の言い換え可能な表現を選ぶ問題（3題）、文脈から文の意味を推論する、または文章の意味を要約する問題（7題）、文章中に登場する人物の意図および心情を推論する問題（5題）から構成されていた。各設問にはそれぞれ複数の選択肢が与えられていた。

9-2-3. 手続き

研究3は2回のセッションに分けて実施された。第1セッションではリーディングスパンテストおよび百羅漢テストが個別に実施された。第2セッションではWAIS-Rの知識、単語、類似の各下位テストおよび文章理解課題が実施された。第2セッションは1グループ当たり3名程度の集団で実施した。

9-2-3-1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストの実施手続きは前章までの研究と同じだった。

9-2-3-2. WAIS-R

被験者は冊子に印刷された教示文を読んで設問に答えるように教示された。各下位テストは、全ての被験者に対して知識下位テスト、単語下位テスト、類似下位テストの順序で実施された。全ての設問に解答するために30分が与えられた。各テストの得点化は、品川他（1990）のWAIS-R実施マニュアルに従った。知識下位テストの得点を一般的な

知識の指標とした。被験者の語彙については単語下位テストと類似下位テストの合計得点とすることを計画していたが、類似下位テストを実施する際に手続きの誤りがあったことから単語下位テストの得点を被験者の語彙数の指標とした。

9-2-3-3. 文章理解課題

被験者は、冊子に印刷された二つの文章読んで多肢選択問題に答えることを教示された。全ての問題を解答するために 30 分が与えられた。被験者の文章理解成績は設問への正答数とした。

9-3. 結果

9-3-1. 各課題の平均と課題成績間の相関

各課題の平均得点および課題得点間の相関係数を表 9-1 に示す。手続きで述べたように WAIS-R の類似下位テストは手続きの誤りがあったため以下の分析から除外された。

課題間の相関係数に注目すると、全ての変数が文章理解課題と有意な正の相関関係にあった（リーディングスパンテストとの相関 $r = .29$, $p < .05$; 百羅漢テストとの相関 $r = .44$, $p < .01$; WAIS-R 単語下位テストとの相関 $r = .45$, $p < .01$; 知識下位テストとの相関 $r = .32$, $p < .05$ ）。さらに、百羅漢テストと WAIS-R の二つの下位テストの間にはそれぞれ高い正の相関があった（百羅漢テストと知識下位テストの相関 $r = .56$; 百羅漢テストと単語下位テストの相関 $r = .66$; 知識下位テストと単語下位テストの相関 $r = .71$, 全て $p < .01$ ）。しかしリーディングスパンテストの得点は、上記の 3 課題のいずれとも有意な相関が見られなかった（知識下位テストとの相関 $r = .00$; 単語下位テストとの相関 $r = .16$; 百羅漢テストとの相関 $r = .08$, 全て $p > .10$ ）。

表 9 - 1

リーディングスパンテスト, 百羅漢テスト, WAIS-R 知識, WAIS-R 単語,
文章理解課題の平均得点, SD および課題成績間の相関係数

	リーディング スパンテスト	百羅漢 テスト	WAIS-R 知識	WAIS-R 単語	文章理解課題
リーディングスパンテスト	-				
百羅漢テスト	.08	-			
WAIS-R 知識	.00	.56 **	-		
WAIS-R 単語	.16	.66 **	.71 **	-	
文章理解課題	.29 *	.44 **	.32*	.45 *	-
平均	3.1	69.2	20.3	37.1	16.5
SD	1.0	7.8	3.5	8.1	2.1

注: * $p < .05$, ** $p < .01$

9 - 3 - 2. 文章理解課題全体成績の個人差

9 - 3 - 2 - 1. 重回帰分析

相関分析の結果は, リーディングスパンテストで測定されるワーキングメモリ容量と語彙や一般的な知識, 単語の表記として測定される言語経験によって得られる知識が文章理解成績と関連性を持つことを示した。文章理解課題への各要因の寄与をさらに検討するため重回帰分析を行った。予測変数は, リーディングスパンテスト得点, 百羅漢テスト得点, WAIS-R 知識下位テストおよび WAIS-R 単語下位テストの成績だった。分析では, 全ての予測変数の組み合わせで文章理解課題への寄与の大きさ (R^2) を求めた。表 9 - 2 に調整済み R^2 の最も高い三つのモデルにおける予測変数の組み合わせと R^2 を示す。最も説明率の高いモデル (以下モデル 1) は, リーディングスパンテスト得点, 百羅漢テスト得点, WAIS-R の単語下位テストから構成されており, 調整済み $R^2 = .25$ だった ($F(3, 58) = 7.86, p < .001$)。モデル 1 から WAIS-R 単語下位テスト成績を除いた

組み合わせ（以下モデル 2）が次に説明率が高く（調整済み $R^2 = .24$, $F(2, 59) = 10.37$, $p < .001$ ），リーディングスパンテスト，百羅漢テストに WAIS-R 知識下位テストを加えたモデルが 3 番目に説明率が高かった（以下モデル 3，調整済み $R^2 = .23$, $F(3, 58) = 7.15$, $p < .001$ ）。

9-3-2-2. 階層重回帰分析

重回帰分析の結果から，文章理解成績の説明率を高めるためにはワーキングメモリ容量に関わる予測変数と言語知識に関わる予測変数の両者を投入することが有効であることが示された。両者の要因に関わる予測変数が他方の影響をどの程度受けているのかを検討するため，階層的重回帰分析をさらに行った。ここで検証されるモデルは上述した文章理解成績への寄与率が最も高い三つのモデル（モデル 1～3）である。表 9-2 にステップワイズで投入した場合の R^2 の変化量を示す。

モデル 1（予測変数：リーディングスパンテスト，百羅漢テスト，および WAIS-R 単語下位テスト）において，リーディングスパンテストの寄与は，WAIS-R 単語下位テストを投入した後では有意傾向であり（ R^2 変化量 = .05, $p < .10$ ），WAIS-R 単語下位テストと百羅漢テストを投入した後でも有意だった（ R^2 変化量 = .05, $p < .05$ ）。また百羅漢テストは，WAIS-R 単語下位テストとの高い相関（ $r = .66$ ）があるにも関わらず，WAIS-R 単語下位テストの後に投入した後でも文章理解成績への寄与が高かった（ R^2 変化量 = .04, $p < .10$ ）。百羅漢テストの寄与は，さらに WAIS-R 単語下位テストとリーディングスパンテストを投入した後であっても有意傾向だった（ R^2 変化量 = .04, $p < .10$ ）。

モデル 2（予測変数：リーディングスパンテストおよび百羅漢テスト）において，リーディングスパンテストの寄与は，最初に投入した場合でも，百羅漢テストを投入した後でも有意だった（それぞれ $R^2 = .09$, $p < .05$ および R^2 変化量 = .07, $p < .05$ ）。逆も同様であり，百羅漢テストの寄与は，最初に投入した場合とリーディングスパンテストの後で投入した場合で有意だった（それぞれ $R^2 = .19$, $p < .01$ および R^2 変化量 = .18, $p < .01$ ）。

表 9 - 2

階層重回帰分析の結果

	自由度調整済み R ² (モデル合計)	R ² 合計	R ² 増加量	F 値変化量	df	p
モデル 1						
ステップ 1						
WAIS-R 単語下位テスト		.20	.20	14.82	1,60	.001
ステップ 2						
リーディングスパンテスト		.25	.05	3.89	1,59	.053
ステップ 3						
百羅漢テスト		.29	.04	3.37	1,58	.072
ステップ 1						
WAIS-R 単語下位テスト		.20	.20	14.82	1,60	.001
ステップ 2						
百羅漢テスト		.24	.04	2.95	1,59	.091
ステップ 3						
リーディングスパンテスト		.29	.05	4.31	1,58	.042
モデル 1 合計	.25	.29		7.86	3,58	.001

表 9 - 2 (続き)

	自由度調整済み R ² (モデル合計)	R ² 合計	R ² 増加量	F 値変化量	df	p
モデル 2						
ステップ 1						
リーディングスパンテスト		.09	.09	5.56	1,60	.022
ステップ 2						
百羅漢テスト		.26	.18	13.98	1,59	.001
ステップ 1						
百羅漢テスト		.19	.19	14.45	1,60	.001
ステップ 2						
リーディングスパンテスト		.26	.07	5.26	1,59	.025
モデル 2 合計	.24	.26		10.37	2,59	.001

表 9 - 2 (続き)

自由度調整済み R^2 (モデル合計)	R^2 合計	R^2 増加量	F 値変化量	df	p
モデル 3					
ステップ 1					
WAIS-R 知識下位テスト	.10	.10	6.60	1,60	.013
ステップ 2					
リーディングスパンテスト	.19	.09	6.23	1,59	.015
ステップ 3					
百羅漢テスト	.27	.09	6.74	1,58	.012
ステップ 1					
WAIS-R 知識下位テスト	.10	.10	6.60	1,60	.013
ステップ 2					
百羅漢テスト	.20	.10	7.53	1,59	.008
ステップ 3					
リーディングスパンテスト	.27	.07	5.48	1,58	.023
モデル 3 合計	.23	.27	7.15	3.58	.001

モデル 3 (予測変数: リーディングスパンテスト, 百羅漢テスト, WAIS-R 知識下位テスト) において, リーディングスパンテストの寄与は, WAIS-R 知識下位テストの後で投入された場合に有意だった (R^2 変化量 = .09, $p < .05$)。さらに, WAIS-R 知識下位テストと百羅漢テストの後に投入された場合でも有意だった (R^2 変化量 = .07, $p < .05$)。百羅漢テストの寄与は, 知識テストの後で投入された場合でも, WAIS-R 知識下位テストとリーディングスパンテストの後に投入された場合でも有意だった (それぞれ R^2 変化量 = .10, $p < .05$; R^2 変化量 = .09, $p < .05$)。

9-3-3. 文章・談話レベルの理解の個人差

本研究で扱った文章理解課題の成績には様々なレベルの理解が反映されていると考えられる。そこで文章・談話レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討するため、文章理解問題を単語の意味や漢字表記を問う問題（8 題）、文章に書かれている事実に関する理解および内容の要約について問う問題（7 題）と文章内の登場人物の意図・心情を尋ねる問題（5 題）に分類し、それぞれの問題の成績についてワーキングメモリ容量と言語知識の測度との関連性を検討する。

9-3-3-1. 相関分析

表 9-3 に文章理解課題の各下位問題の平均得点とリーディングスパンテスト、百羅漢テスト、WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テストとの相関係数を示す。

結果は文章理解課題全体の結果と類似していた。単語の意味や漢字表記を問う問題の成績は、リーディングスパンテスト得点と正の相関関係が見られた（ $r = .29, p < .05$ ）。また、WAIS-R 単語下位テスト、知識下位テスト、百羅漢テストとの相関も有意だった（それぞれ $r = .45, p < .001$; $r = .31, p < .05$; $r = .44, p < .001$ ）。文章内の登場人物の意図・心情を尋ねる問題の成績はリーディングスパンテスト得点との相関が有意傾向であり（ $r = .22, p < .10$ ）、百羅漢テスト得点との相関が有意だった（ $r = .35, p < .01$ ）。しかし、文章に書かれている事実に関する理解および内容の要約について問う問題の成績は、いずれの認知的要因の測度とも有意な相関が見られなかった（リーディングスパンテストとの相関 $r = .04$, WAIS-R 単語下位テストとの相関 $r = .20$, WAIS-R 知識下位テストとの相関 $r = .15$, 百羅漢テストとの相関 $r = .12$, いずれも $p > .10$ ）。

表 9 - 3

文章理解課題の下位問題の平均得点，SD および
ワーキングメモリ容量と言語知識の測度との相関係数

	単語の意味・表記	内容に関する要約・理解	意図・心情の理解
リーディングスパンテスト	.29 *	.04	.22 †
百羅漢テスト	.44 ***	.12	.35 **
WAIS-R 単語	.45 ***	.20	.21
WAIS-R 知識	.31 *	.15	.17
平均	16.5	5.7	4.0
SD	2.1	1.0	1.0

注：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, † $p < .10$

9 - 3 - 3 - 2. 重回帰分析

相関分析の結果においてワーキングメモリ容量の測度（リーディングスパンテスト）と言語知識の測度（百羅漢テスト）は，単語の意味や漢字の表記を問う問題および登場人物の意図・心情を問う問題の成績との関連性が見られた。登場人物の意図・心情を問う問題は，単一の文の意味からではなく複数の文のつながりから推論して答える必要がある。このような推論は文章・談話レベル特有の処理の一部であると考えられる。したがって，意図・心情を問う問題の成績に及ぼすワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の寄与について重回帰分析でさらに検討した。相関分析の結果を考慮して，重回帰分析では登場人物の意図・心情を問う問題の成績を従属変数，リーディングスパンテストおよび百羅漢テストの得点を予測変数とした。結果を表 9 - 4 に示す。二つの予測変数

を投入したモデルは有意に意図・心情を問う問題の成績に対して有意な影響を持つことが示された（調整済み $R^2 = .14$, $F(2, 59) = 5.76$, $p < .01$ ）。

表 9 - 4

登場人物の意図・心情を問う問題成績を従属変数とする重回帰分析の結果

	自由度調整済み R^2 (モデル合計)	R^2 合計	R^2 増加量	F 値変化量	df	p
ステップ 1						
リーディングスパンテスト		.05	.05	3.12	1,60	.083
ステップ 2						
百羅漢テスト		.16	.11	8.04	1,59	.01
ステップ 1						
百羅漢テスト		.13	.13	8.61	1,60	.01
ステップ 2						
リーディングスパンテスト		.16	.04	2.67	1,59	.10
モデル合計	.14	.16		5.76	2,59	.01

また、ステップワイズ法によってリーディングスパンテストと百羅漢テストの寄与の独立性を検討した。その結果、リーディングスパンテスト得点を第 1 ステップで投入した場合、意図・心情を問う問題の成績への寄与は有意傾向だった（ $R^2 = .05$, $F(1, 60) = 3.12$, $p < .09$ ）。また、第 2 ステップで百羅漢テスト得点を投入した場合、百羅漢テスト得点は独立した寄与を及ぼすことが示された（ R^2 変化量 = .16, $F(1, 59) = 8.04$, $p < .01$ ）。投入順序を変えた場合、第 1 ステップで百羅漢テスト得点を投入すると意図・心情を問う問題の成績への寄与が有意だった（ $R^2 = .16$, $F(1, 60) = 8.61$, $p < .01$ ）。第 2 ステップでリーディングスパンテスト得点を投入したところ、リーディングスパンテスト得点の寄与は有意傾向だった（ R^2 変化量 = .04, $F(1, 59) = 2.67$, $p = .10$ ）。

9-4. 考察

研究3は、一般的な文章理解能力および文章・談話レベルの理解を指標にして、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差がどのように影響するのかを検討した。また、二つの認知的要因の個人差の関連性について、様々なタイプの言語知識の測度を用いて検討した。

その結果、ワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点は、言語知識の測度である百羅漢テスト、WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テストの成績とは有意な相関が見られなかった。一方、言語知識を測定する三つのテスト成績の間には正の相関が見られた。これらの結果は、前章までの研究においてリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点との間に有意な相関が見られなかったことと一致している。さらに、言語知識を測定している他の二つの課題の成績とリーディングスパンテスト得点との相関も有意でなかった。これらの結果は、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が独立していることを示唆している。このような結果は2要因モデルを支持していると考えられる。一方、単一の言語的認知容量を仮定する立場においては本研究で実施した四つの課題（リーディングスパンテスト、百羅漢テスト、WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テスト）はいずれも言語的認知容量の個人差で説明できることからいずれの課題成績の間にも正の相関が予測された。しかし、本研究の結果はこれを支持せず、リーディングスパンテスト得点は百羅漢テスト、WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テストの各課題得点との相関が有意でなかった。

また、ワーキングメモリ容量と言語知識の測度は、それぞれ一般的な文章理解能力の個人差と正の相関関係を持つことが示された。ステップワイズ法による重回帰分析において高い説明率を持つモデルは、いずれもワーキングメモリ容量の測度と言語知識の測度の両者を含んでいた。さらに、ワーキングメモリ容量の測度と言語知識の測度が一般的な文章理解能力に対して持つ寄与は互いの影響を統制した後でも残っていることが示された。これらの結果も2要因モデルを支持している。言語的認知容量を仮定するモデルではワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は言語的認知容量という単一の個人差要因を反映したものなので、互いの影響を統制すると文章理解能力への説明力はなくなることが予測された。この予測は本研究の結果と一致しなかった。

次に問題内容に応じて文章理解の課題を三つに分類し、各タイプの問題の成績に対し

てワーキングメモリ容量と言語知識の測度の個人差との関連性を検討した。その結果、単語の意味や表記を問う問題と登場人物の意図・心情を問う問題の成績は、ワーキングメモリ容量と言語知識の測度との関連性が見られた。問題のうち文章内容に関する要約・理解を問う問題と登場人物の意図・心情を問う問題に正しく解答するためには、単語や単文の意味だけでなく複数の文のつながりを捉えることが必要であると考えられた。複数の文のつながりを捉えることは、文章・談話レベル特有の処理の一部であるため、これらの問題を文章・談話レベルの理解を反映していると考えた。相関分析によってワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点と意図・心情を問う問題の成績との間の正の相関が有意傾向であることが示された。さらに重回帰分析の結果は、リーディングスパンテスト得点が登場人物の意図・心情を問う問題の成績に影響する傾向を示した。リーディングスパンテスト得点の影響は、言語知識の測度である百羅漢テスト得点の影響を統制した後でも残っていた。一方、百羅漢テスト得点は、リーディングスパンテスト得点の影響を統制した後でも有意に意図・心情を問う問題の成績に寄与することが示された。内容に関する要約・理解を問う問題の成績はリーディングスパンテストや百羅漢テストとの有意な相関が見られなかった。ただし、この問題の成績は意図・心情を問う問題成績との相関も有意でなかった ($r = -.01$)。よって、内容に関する要約・理解を問う問題については、他の研究によってさらに検討する必要があると考えられる。

これらの結果より、文章・談話レベル特有の処理を指標とした場合にもワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は文章理解に独自の寄与があることが示唆された。つまり、文章・談話レベルに限定した場合においても 2 要因モデルは文章理解成績の個人差を予測する上で妥当であると考えられる。一方、言語的認知容量を仮定するモデルはワーキングメモリ容量と言語知識の個人差がそれぞれ独立した寄与を持つことを仮定していないので、本研究の結果を矛盾なく説明することが困難である。

従来の研究では、ワーキングメモリ容量と言語知識はそれぞれが一般的な文章理解成績の個人差の予測要因となることが示されていた (Daneman & Carpenter, 1980; Masson & Miller, 1983; 苧阪・苧阪, 1994; Stevenson et al., 1982)。しかし、二つの認知要因を同時に検討することは少なかった。本研究でワーキングメモリと言語知識の両者の個人差を測定したところ、どちらも一般的な文章理解能力と正の相関が見られた。この結果は Dixon et al. (1988) と Engle et al. (1990) の結果と一致している。本研究では

二つの認知的要因を同時に考慮することにより、それぞれの文章理解能力に対する寄与が統計的に独立したものであることを明らかにした。

本研究と Dixon et al. (1988)や Engle et al. (1990)による先行研究の結果を比較すると、本研究の結果は先行研究の知見を拡張したと考えられる。二つの先行研究ではワーキングメモリ容量の文章理解に対する寄与が語彙数とは統計的に独立であることが示唆されている。しかし先行研究では言語知識の個人差に関する検討が十分であるとは言えなかった。Dixon et al. (1988) では被験者の言語知識として語彙数の個人差のみが検討されていた。また Engle et al. (1990)では被験者の言語知識に関連する個人差は測定されていなかった。よって、被験者の言語知識が文章理解に影響しているのか、言語知識の中でも語彙数のみが影響しているのかが明らかではなかった。

本研究は語彙数だけでなく一般常識的な知識や単語の表記に関する知識も言語知識の測度として測定し、いずれの言語知識を測定する課題の成績の個人差が文章理解課題の成績に寄与していることを示した。また、その寄与がワーキングメモリ容量課題の個人差が文章理解に及ぼす影響とは異なるものであることが示唆された。これらの結果は、ある単語の知識が文章理解成績を予測するというより、言語に関わる経験を通じて語彙を含めた様々な知識が獲得され、その結果として言語知識全体が高まり文章理解を容易にすることを示唆している。

また、本研究と Dixon et al. (1988)では、異なる結果も見られた。Dixon et al. (1988)は語彙数とリーディングスパンテスト得点との間に正の相関があることを報告している。一方、本研究で用いた WAIS-R 単語下位テストとリーディングスパンテスト得点との間に有意な相関は見られなかった。このような研究間の相違は、語彙数の測定方法によると考えられる。Dixon et al. (1988) が用いた語彙数の測定課題は、各問題に短時間で解答するように時間制限を設けていた。そのため、課題で測定される能力に純粋な知識だけでなく素早く答えるように注意を統制する要因が含まれていた可能性がある。一方、本研究は課題に出てくる個別の問題の解答に十分な時間が与えたことから被験者の言語知識のみを測定したと考えられる。よって、言語知識の個人差を捉える上で本研究の実施手続きは Dixon et al. (1988) よりも適切であったと考えられる。

以上のように、研究 3 は一般的な文章理解能力を測定する文章理解課題を対象としてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討した。その結果、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は一般的な文章理解能力や文章・談話レベルの理解に関わ

る処理にそれぞれが影響することが示唆された。この知見は 2 要因モデルの仮定と一致しており、言語的認知容量を仮定するモデルに比べて 2 要因モデルが妥当であることを示唆している。

10. 研究4（文章理解中の眼球運動にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が及ぼす影響）

10-1. 目的

研究4は文章を読むときの眼球運動を指標として、文章理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討する。研究3における文章理解成績の高低は、文章を理解した後で最終的に記憶されている内容がどの程度テキストに忠実であったのか、いわば「どの程度、正確に理解したか」であった。それに対し、研究4は眼球運動測定から各単語の読み時間を推定することにより「どの程度スムーズに文章を理解するのか」という文章のオンライン理解について検討する。

ワーキングメモリ容量の個人差と読書時の眼球運動との関連性は、3-1-4-3で論じたように Kennison & Clifton (1995)や Osaka & Osaka (2002) で検討されている。ただし、ワーキングメモリ容量の個人差の効果に関して先行研究間で一致した結果が得られていない。Kennison & Clifton (1995)は、ワーキングメモリ容量の高い読み手ほど順行サッカードの回数が少なく、同じ単語に停留する回数が少なく、読み返しの回数が少ないことを示している。一方、Osaka & Osaka (2002)は、読み手の有効視野を制限すると、ワーキングメモリ容量の低い人ほど停留時間が長くなることを示している。しかし、Osaka & Osaka (2002)は、順行サッカードの距離とワーキングメモリ容量の個人差に関連性がないと報告している。3-1-4-2で論じたように、このような研究間の結果の不一致は、対象とする言語 (Kennison & Clifton, 1995 では英語, Osaka & Osaka, 2002 では日本語) の違いによる可能性が考えられる。もう一つの不一致の原因となり得る要因は、被験者の言語知識が統制されていないことである。従来の研究では、言語知識の個人差によって読書時の眼球運動パターンが変動するかどうかは検討されていない。読みの眼球運動の発達的变化を検討した先行研究は、発達に伴って順行サッカードの距離が増加し、停留時間が減少することを報告している (Buswell, 1922; Taylor, 1965; 国

立国語研究所, 1960)。これらの発達的变化の原因の一つは、言語知識の増加であると考えられる。しかし、発達に伴って眼球運動の制御自体も改善されると考えられるので、言語知識の増加のみが眼球運動パターンを変動させる要因であるとは言い切れない。本研究は、ワーキングメモリ容量と言語知識の両者の個人差と順行サッカードや停留時間などの読書時の眼球運動の個人差との関連性を検討する。また、2 要因モデルと言語的認知容量のみを仮定するモデルを比較してどちらのモデルを用いた方が読書時の眼球運動を予測する上で妥当なのかを検討する。

既に4-2-1-2において、読書の際に行われる処理とそれを担う認知的要因および反映される眼球運動指標について2 要因モデルをもとに考察している。

2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文章理解のために行われる別の処理に影響することを仮定している。ここでは言語知識の個人差が単語の意味検索および単語の意味と先行文脈との一貫性の判断に主に影響すると仮定する。なぜなら言語知識はその一部の知識として語彙数を含んでおり、文章理解中の単語の意味検索には語彙数の個人差が影響すると考えられるためである。また、ワーキングメモリ容量の個人差は、単語の意味と先行文脈の一貫性が失われた場合の一貫性を回復するための推論に主に影響することを仮定する。なぜならワーキングメモリ容量は情報の処理と保持に割り当て可能な容量の最大値と考えられているので、ワーキングメモリ容量が高い人ほど先行文脈の情報を多く残しながら、後続文を読み進めることができると考えられるためである。これらの処理は反映される眼球運動指標が異なると考えられる（停留時間の指標に関する詳細な定義は4-2-1-2および図4-3、図10-2を参照）。単語の意味検索過程は、単語に最初に停留したときの時間（初停留時間）に反映されると考えられる（Rayner, 1998）。また、単語の意味と先行文脈との一貫性の判断は、単語に最初に停留してから他の単語に停留点が移動するまでの時間（初回注視時間）に反映されると考えられる（Rayner & Duffy, 1986）。また、単語の意味と先行文脈との一貫性が欠如していると判断された場合、一貫性を維持するための推論が必要になるが、その推論過程は、初回注視時間および先行文脈の読み返し時間に反映されると考えられる（Ferreira & Clifton, 1986; Altmann, 1994）。よって、言語知識が高い人ほど語彙数が高く、各単語の処理に対する負荷が小さい。単語の意味検索を反映するような指標として初停留時間と初回注視時間が短いことが予測される。また、ワーキングメモリ容量が高い人ほど意味検索に失敗した単語の再検索や文章の一貫性を保つための容量が十分にあ

ると考えられる。よって、これを反映するような初回注視時間と読み返し時間が短いことが予測される。初回注視時間については、言語知識とワーキングメモリ容量の両者の個人差が関連性を持つことが予測されているが、2 要因モデルは両者が異なる処理に影響すると考えるので、両者の影響は独立であること、つまり一方の影響は他方の影響を統制した後にも残ることが予測される。

また、順行サッカードの距離について、ワーキングメモリ容量と言語知識はどちらも関連性を持つと考えられる。ワーキングメモリ容量は現在注視している単語の処理に加えて、次の単語の処理にまでどの程度注意を向けられるのかに影響することが示唆されている (Kennison & Clifton, 1995)。この知見に基づく、ワーキングメモリ容量の高い人ほど実際に単語を注視する前にその単語の理解が完了する可能性が高いと考えられる。注視する前に理解が完了した単語はスキップされて、その次の単語へ注視点が移動すると考えられる。単語のスキップが多く生じれば、順行サッカードの距離は長くなる。よって、ワーキングメモリ容量の高い人ほど順行サッカードの距離が長くなると予測される。

一方、言語知識の個人差と順行サッカードの距離の関連性については、先行研究による知見がない。しかし、言語知識の特性を考慮して、二つの処理の影響から順行サッカードの距離との関連性を持つことが考えられる。処理の一つは周辺視野にある文字列の処理であり、多くの言語に関連する経験を持つ読み手は、空間解像度の低い周辺視野にある文字列をより正確に同定できる可能性がある。これが正しいとすれば、言語知識の高い人は低い人に比べて周辺視野にある単語の意味を理解する可能性が高いため単語のスキップが多く生じると考えられる。もう一つの処理は先行文脈の意味からの後続単語の予測である。言語知識の高い人は数多くの文章を読んだ経験があることから、先行文脈をもとにした後続単語の予測をより効率的に行う可能性がある。これが正しいとすると、言語知識の高い人ほど周辺視野にある後続の単語が視覚情報として完全でなくても先行文脈からの予測をもとに理解できると考えられる。したがって、単語のスキップが多く生じると考えられる。以上の二つの処理はどちらも言語知識が高い人ほど順行サッカードが長くなることを予測している。ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は異なる処理を経て順行サッカードの距離に影響すると仮定されていることから 2 要因モデルでは両者が順行サッカードの距離に及ぼす影響は統計的に独立していると考えられる。

単一の言語的認知容量を仮定するモデルでは上述したようなワーキングメモリ容量と

言語知識の個人差が異なる処理に影響することが仮定されない。よって言語的認知容量が高い人ほど停留時間が短く、順行サッカードが長いことを予測するが、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響は一方の影響を統制した後では残らないと考えられる。

10-2. 方法

10-2-1. 被験者

早稲田大学の学生 29 名（男性 12 名，女性 17 名，平均 21.2 歳，SD = 1.4）が参加した。被験者は，参加に関して教育心理学の授業の出席点または 500 円分の図書券を受け取った。被験者の中に前章までの研究に参加した者はいなかった。

10-2-2. 材料

刺激テキストは，トーマス・エジソンの伝記（約 900 字）および二つの小説（今野敏著「カムイコタンの羽衣」約 13,000 字，夫馬基彦著「籠脱け」約 12,000 字）だった。二つの小説は，別の実験の目的として冒頭の一部を除いて刺激提示画面に実験的操作が加えられていた⁴。そのため，操作の加えられていない最初の約 900 字と約 1200 字のみを分析に用いた。全ての文章を読み終えた後で本研究の刺激文章を以前に読んだことがないことを全ての被験者について確認した。

⁴ 実験的操作として，被験者のサッカード実行中に画面に提示されたテキスト全体が左右に 1 文字または 2 文字分移動した。移動は被験者が読み進めている間，ランダムに行われた。一画面あたりの移動回数は 5 回程度だった。被験者がサッカードを始めてから終えるまでにはおよそ 20 から 30 ミリセカンドかかっていた。眼球運動装置がサッカードの開始を検知するためにはおよそ 6 ミリセカンド必要であり，移動は眼球運動装置がサッカードの開始を検知してから 10 ミリセカンド程度で行われた。つまりほとんどの場合において読み手がサッカードを開始してからサッカードを終えるまでの間に画面提示中のテキストの移動が完了していた。サッカードを行っている最中は視覚入力が生じないことが知られているので，被験者はテキストが移動するのを視覚的に捉えることはなかった。テキストを読み終えた後で内観報告を求めたところテキストの移動に気がついた被験者はほとんどいなかった。また，気づいた被験者も 5 画面に一回程度移動したと報告しており，実際の移動回数よりも気づいた回数は少なかった。よって，テキストの移動操作は文章理解に直接的に影響するものではなかったと考えられる。ただしテキストの移動直後に移動した文を埋め合わせる眼球運動が生じることが考えられたので，本研究の解析からは除外した。実験的操作の詳細および本研究で除外された領域の分析は Feng, Mazuka, & Jincho (2005) で報告されている。

10-2-3. 装置

文章の提示には PC(Dell-XPS)と 17 インチ CRT モニタ (NANA Flex Scan T766) を用いた。また、被験者の読書中の眼球運動を測定するために眼球運動測定装置 (SR-Research 社製 EyeLinkII)を使用した。眼球運動測定装置は、近赤外線光が瞳孔で反射したイメージを CCD カメラによって 500Hz でサンプリングし、瞳孔イメージのモーメントを算出した。この情報が実験を始める前に予め検出したキャリブレーションの情報 (以下の 10-2-4-2 を参照) と比較されることにより被験者の注視点が推定された。サンプリングにおける空間成分の誤差の平均は視角にして 0.01° だった。

10-2-4. 手続き

10-2-4-1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストの実施手続きは前章までの研究と同じだった。

10-2-4-2. 文章理解課題

被験者は、普段、小説や新聞を読むような自然なペースで理解しながら文章を読むことを教示された。被験者は、各文章を読み終えた後で内容に関する多肢選択問題に答えた。その際、文章を読んだ後で内容に関する質問があることを被験者に読む前に知らせた。ただし、記憶テストではないことが強調され、できるだけ普段の読書と同じペースで読むことが再び教示された。多肢選択問題は、エジソンの伝記では 2 問、「カムイコタンの羽衣」および「籠脱け」では 4 問が出題された。

眼球運動測定に関して、被験者は、カメラがついたヘッドバンドを装着して、キャリブレーションを行った。キャリブレーションでは、被験者が画面上の 9 点に提示された丸を注視しているときの瞳孔の位置が記録された。キャリブレーションの後で、プログラムによって測定精度が自動的に判定されて、一定以上の精度が得られない場合は、同じ手続きが繰り返された。キャリブレーションを終えた後で、エジソンの伝記と二つの物語文を順に読んだ。文章を読む際、被験者は、各ページを読み終わると、ボタンを押して次のページに進んだ。その際、眼球運動測定の精度を一定以上に保つために、各ページの提示前に頭部の動きなどの補正を行った。また、被験者の頭部の動きを減少と頭部に装着した眼球運動測定カメラの重さによる首への負荷の緩和のためにあごのせ台を

使用した。被験者が眼球運動測定カメラを装着した様子を図 8－2 に示す。

刺激文章は 800 x 600 ピクセルの解像度で各文章は一画面に 5 行ずつ、1 行に 43 文字ずつ提示された。文字のフォントは MS ゴシックの 12 ポイントを使用した。被験者から画面までの距離は、約 55cm で一文字の幅は視角にして約 0.7°（画面上では 16 ピクセルに相当）だった。サンプルデータからサッカードおよび停留を抽出するアルゴリズムは、EyeLinkII システムにおける Cognitive Configuration を使用した。



図 10－2

眼球運動測定装置(SR-Research 社製 EyeLinkII)のカメラを装着した様子

10－3．結果

10－3－1．被験者の分類

研究 4 は、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点に基づき被験者を四つのグループに分類した。さらに、グループ間で眼球運動に関わる指標（順行サッカード距離と停留時間）を比較した。被験者の群分けに関して、ワーキングメモリ容量の高低は、リーディングスパンテストの得点の中央値（3 点）を基準とし、3 点以上の被験者を高ワーキングメモリ容量群、2.5 点以下の被験者を低ワーキングメモリ容量群とした。また言語知識の高低は、百羅漢テスト得点の中央値（66 点）を基準とし、66 点以上の被

験者を高言語知識群，65 点以下の被験者を低言語知識群と分類した。それぞれの個人差変数の高低の組み合わせによって高ワーキングメモリ・高言語知識群，高ワーキングメモリ容量・低言語知識群，低ワーキングメモリ容量・高言語知識群，低ワーキングメモリ容量・低言語知識群の 4 グループを作成した。各グループのリーディングスパンテストおよび百羅漢テストの成績を表 10-1 に示す。

なおリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の間の相関係数は $r = .25$ で有意ではなかった ($p > .10$)。また理解問題は，ほぼ全員が全問正解だったため（正答率 99%， $SD = 2.4$ ）分析の対象としなかった。

表 10-1

リーディングスパンテストおよび百羅漢テストの平均得点と SD

ワーキングメモリ容量	言語知識	人数	リーディング スパンテスト	百羅漢テスト
			平均 (SD)	平均 (SD)
高	高	8	3.6(.4)	75.6(6.3)
高	低	5	3.6(.4)	60.8(3.6)
低	高	8	2.1(.2)	72.3(4.8)
低	低	8	2.2(.3)	56.4(7.1)
	全体	29	2.8(.8)	66.8(9.9)

10-3-2. 順行サッカードの距離

各グループから無作為に被験者を選択し，同じ刺激文章画面における読み手の停留位置を図 10-1 (A) ~ (D) に示す。図において丸は，停留位置（順行サッカードの着地点）を表わしている。各グループの停留位置の分布を見てみると，高ワーキングメモリ容量・高言語知識群と低ワーキングメモリ容量・高言語知識群は，高ワーキングメモリ容量・低言語知識群と低ワーキングメモリ容量・低言語知識群よりも停留位置が離れており，長いサッカードを行っているように見える。これを検証するため，グループごとに順行サッカードの平均長を計算した。表 10-2 に各グループの順行サッカードの

平均距離を示す。

順行サッカードの距離を従属変数とし、ワーキングメモリ容量（高・低）と言語知識（高・低）を被験者間要因とする 2 要因分散分析を行った。その結果、言語知識の主効果が有意であり、言語知識が高い人ほど長い順行サッカードを行ったことが示された（ $F(1, 25) = 9.18, p < .01$ ）。ワーキングメモリ容量の主効果および 2 要因交互作用は有意ではなかった。

表 10-2

各グループの初停留時間、初回注視時間、読み直し時間、総読み時間の平均値（ms）と順行サッカードの距離（ピクセル）

ワーキングメモリ容量	言語知識	順行サッカード距離	初停留時間	初回注視時間
高	高	74(21)	220(22)	275(47)
高	低	66(23)	219(17)	294(54)
低	高	83(20)	222(32)	273(55)
低	低	52(10)	238(26)	340(48)
全体		69(21)	225(26)	295(56)

ワーキングメモリ容量	言語知識	読み直し時間	総読み時間
高	高	329(80)	363(85)
高	低	289(46)	359(65)
低	高	321(74)	338(75)
低	低	390(65)	397(67)
全体		337(75)	367(74)

注：（ ）内は SD

ーター停止階である十三階の廊下を歩きつつちょっと見ると（実は私の書斎は北側に面しては
 いるのだが、ベランダのすぐ脇に隣域との境界である衝立状の壁があって直接には見えないの
 だった）、早朝であれ夕方であれ男はたいていいつもの場所に座り込んで鳩に餌をやったり自
 分も食べたり、いくつか置いたビニール袋をゴソゴソ開いたりしているのであった。

 男は白ワイシャツかと思えるようなシャツにスッと紺色のズボンをはき、ござっぱりして

図 10-1 (A)

高ワーキングメモリ容量・高言語知識群の停留位置の例

ーター停止階である十三階の廊下を歩きつつちょっと見ると（実は私の書斎は北側に面しては
 いるのだが、ベランダのすぐ脇に隣域との境界である衝立状の壁があって直接には見え
 ないの
 だった）、早朝であれ夕方であれ男はたいていいつもの場所に座り込んで鳩に餌をやったり自
 分も食べたり、いくつか置いたビニール袋をゴソゴソ開いたりしているのであった。

 男は白ワイシャツかと思えるようなシャツにスッと紺色のズボンをはき、ござっぱりして

図 10-1 (B)

高ワーキングメモリ容量・低言語知識群の停留位置の例

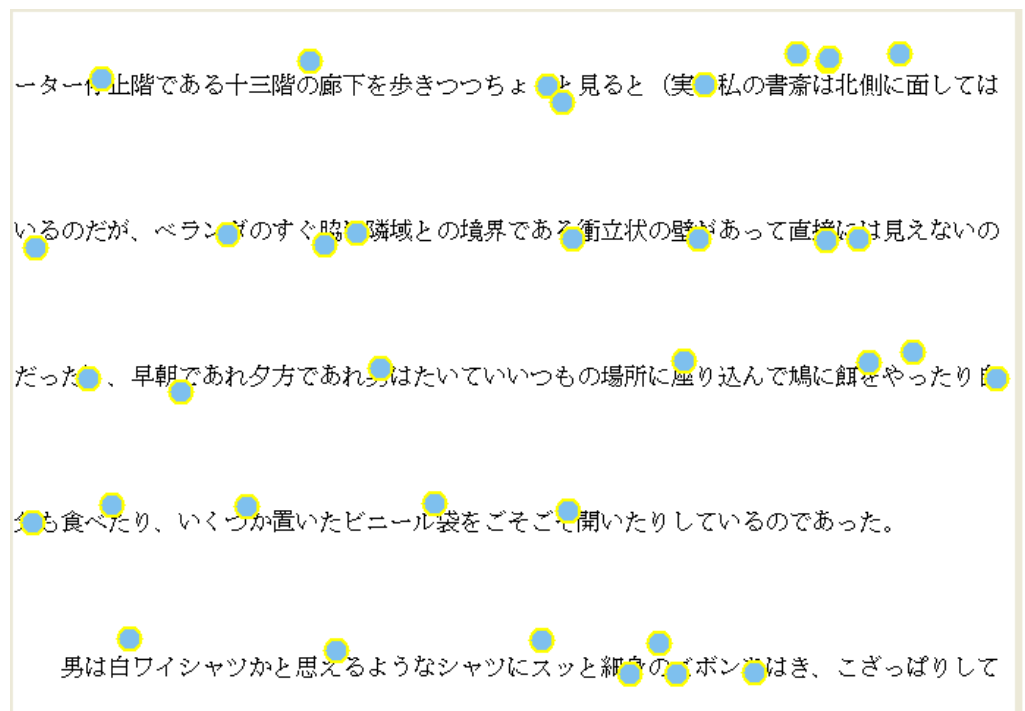


図 10-1 (C)

低ワーキングメモリ容量・高言語知識群の停留パターンの例

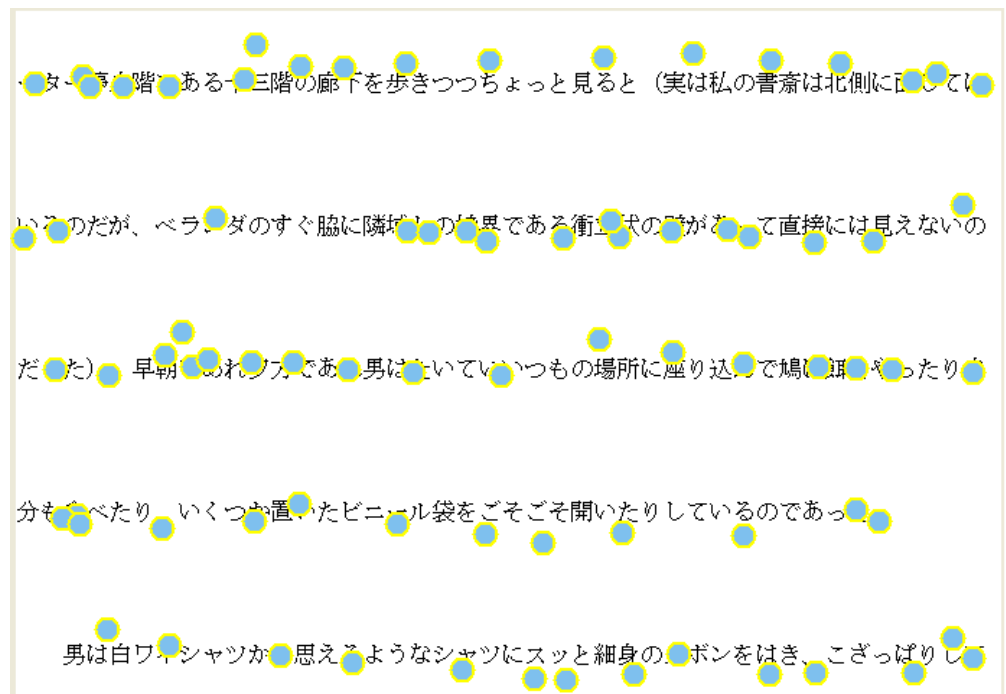


図 10-1 (D)

低ワーキングメモリ容量・低言語知識群の停留位置の例

10-3-3. 停留時間

文章理解時の各単語の停留時間は様々な方法で定義することが可能であり、定義の方法によって異なる認知処理過程が含まれる可能性がある (Rayner, 1998)。したがって、本研究も複数の停留時間の指標についてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討した。なお本研究は、停留した領域の単位を文節（動詞、名詞などの独立語に、助詞・助動詞などの付属語が付属した句）とした⁵。文章理解時の典型的な停留パターンと停留時間の指標を図10-2に示す。図では長方形が各文節、丸が停留を表しており、丸についての番号が停留の生起順序を表している。

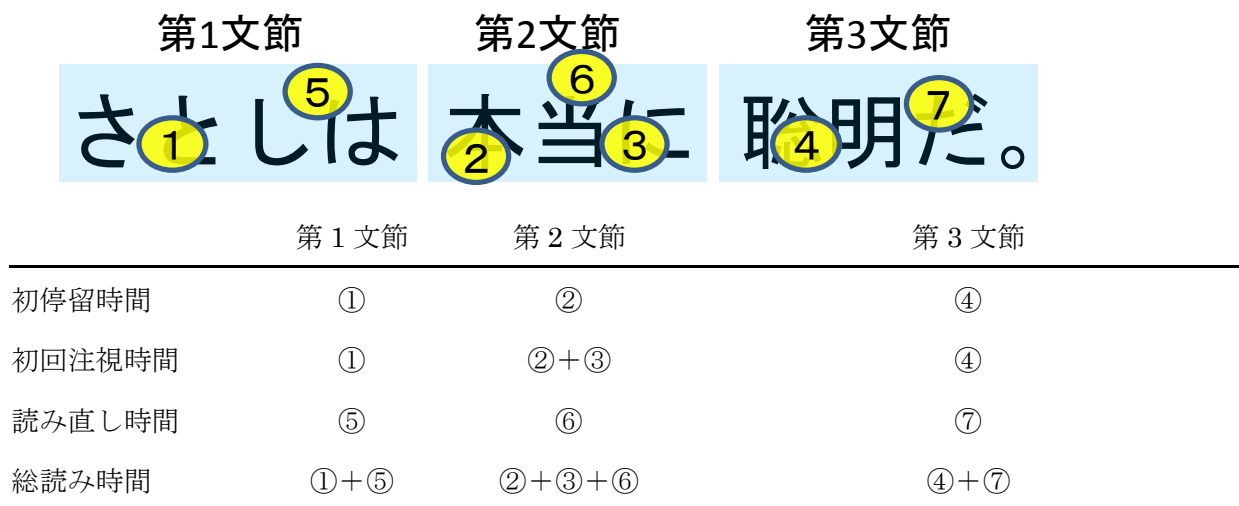


図 10-2

停留時間の指標の定義

注：四角の領域は各文節を表し、丸は停留を表している。停留内の数字の順に読み手の注視点が停留したことを示す。下の表において各指標の数字はその停留を含めることを示している。

初停留時間は、ある文節への最初に停留した時の停留持続時間とした。初回注視時間は、ある文節に最初に停留してからその文節を出て別の文節を停留するまでの停留時間

⁵ 英語などアルファベットで表記する言語は、各単語間に空白が挟まれることから単語を停留した領域の単位とするのが一般的である。日本語を対象とした文理解実験では文節を単位とする先行研究（例えば Aoshima, Phillips, & Weinberg, 2004; 近藤・馬塚・寛, 2002; Mazuka, Itoh, & Kondo, 2002; Miyamoto & Takahashi, 2002）が多く見られることから、本研究における分析の単位を文節とした。

の合計とした。読み直し時間は、一度ある文節に停留して別の文節へと移動した後で、再び元の文節に停留した場合の停留時間の合計とした。総読み時間は、回数や順序に関わらずある文節に停留した時間の合計とした。

以下では各停留時間についてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を分析した。分析の際、被験者ごとに平均値よりも $2.5SD$ 以上離れている停留時間は、外れ値とみなして分析から除外した。各停留時間の指標についてグループごとの平均値を表 10-2 に示す。以下では、各停留時間を従属変数とし、ワーキングメモリ容量（高・低）と言語知識（高・低）を被験者間要因とする 2 要因分散分析を行った結果を述べる。

10-3-3-1. 初停留時間

有意な主効果および交互作用は見られなかった。

10-3-3-2. 初回注視時間

言語知識の主効果が有意であり、言語知識が高い人は低い人よりも初回注視時間が短かった ($F(1, 25) = 5.84, p < .05$)。ワーキングメモリ容量の主効果および交互作用は有意ではなかった。

10-3-3-3. 読み直し時間

ワーキングメモリ容量と言語知識の主効果は有意でなかった。しかし、ワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用に有意傾向が見られた ($F(1, 25) = 4.19, p < .06$)。LSD 検定による多重比較を行ったところ、低ワーキングメモリ容量・低言語知識群は、高ワーキングメモリ容量・低言語知識群よりも読み直し時間が長かった ($p < .05$)。しかし、低ワーキングメモリ容量・高言語知識群と高ワーキングメモリ容量・高言語知識群の間では読み直し時間に有意差が見られなかった ($p > .10$)。

10-3-3-4. 総読み時間

言語知識の主効果が有意傾向であり、言語知識が高い人ほど総読み時間が短くなる傾向が見られた ($F(1, 25) = 2.90, p = .10$)。ワーキングメモリ容量の主効果および交互作用は有意ではなかった。

10-4. 考察

研究4は読書中の眼球運動を指標として、文章理解の個人差とワーキングメモリ容量と言語知識の個人差との間に関連性が見られるかどうかを検討した。

順行サッカードの長さを検討した結果、言語知識の高い人ほど順行サッカードの距離が長かった。一方、ワーキングメモリ容量の個人差は順行サッカードの距離との関連性が見られなかった。これらの結果は、言語的認知容量を仮定するモデルと一致しなかった。言語的認知容量を仮定するモデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の背景に言語的認知容量を仮定する。そのため、ワーキングメモリ容量の測度と言語知識の測度は、順行サッカードの距離との関連性がどちらでも同じように現れることを予測するが、本研究は言語知識の個人差とのみ関連性が見られたためモデルの予測と一致しなかった。

また、本研究の結果は2要因モデルの当初の予測とも異なっていた。しかし、2要因モデルはワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が独立した影響を持つため、言語知識の個人差のみが順行サッカードの距離との関連性を示したという結果は2要因モデルの仮定と矛盾していないと考えられる。従来の研究では言語知識の個人差が読書中の眼球運動に及ぼす影響を検討されてこなかったが、本研究では言語知識の個人差が順行サッカードの距離に影響することを示した。言語知識と順行サッカードの長さの関連性について周辺視野にある文字列の処理と先行文脈に基づく後続単語の予測という二つの処理が影響している可能性が考えられていた。どちらの仮説も言語知識が高い人ほど長い順行サッカードを行うことを予測しており、本実験の結果によって支持されている。本研究の結果からだけでは、どちらの可能性によるものなのかは決まらない。しかし二つの仮説は、相反的なものではなく、本実験で得られた結果は両者のメカニズムが影響しているとも考えられる。

次に停留時間を分析した結果、言語知識が高い人ほど初回注視時間と総読み時間が短くなった。本研究は、初回注視時間が単語の意味と先行文脈の一貫性の判断と一貫性を維持するための推論処理とを反映すると仮定していた。結果として言語知識が高い人ほど初回注視時間が短かったことから言語知識が高い人ほど現在読んでいる単語と先行文脈の首尾一貫性を効率的に判断していることが示唆された。また、この段階の処理ではワーキングメモリ容量の影響が見られなかった。上述したようにワーキングメモリと言

語知識のどちらかの個人差のみが文章理解に関わる指標と関連性を持つことは2要因モデルの仮定と矛盾していない。

さらに、読み直し時間にはワーキングメモリ容量と言語知識の両者の交互作用が見られた。高言語知識群ではワーキングメモリ容量の個人差が読み直し時間に影響しなかったが、低言語知識群ではワーキングメモリ容量が低いほど読み直し時間が長かった。このような停留時間の結果も2要因モデルで説明可能である。読み返しは先行文脈と現在注視している単語の意味との一貫性が低い場合に起こると考えられる。言語知識の高い人は先行文脈から後続の単語の予測が効率的に行われる可能性がある。また、言語知識が高ければ前後の文脈と現在注視している単語のつながりが既に過去の経験で作られている可能性もある。これが正しいとすると言語知識の高い人は、低い人に比べて読み返しの機会が少ないと考えられる。逆に言語知識の低い人は、先行文脈から後続の単語の予測が効率的に行われず、言語知識の高い人に比べて先行文脈と現在注視している単語のつながりが弱い可能性が考えられる。この場合、現在読んでいる単語と前後の文脈を繰り返し見ることによって文章全体の意味の一貫性を保つことが必要になる。この処理は、前後の文脈と現在注視している単語の意味など多くの情報をワーキングメモリに保持しなければならない。そのため、ワーキングメモリ容量の高低が処理の成否または効率的な遂行に影響すると考えられる。したがって、読み直し時間を指標とすると言語知識の低いグループでのみワーキングメモリ容量の個人差が影響したと考えられる。

ただし、本実験で使用した文章には比較的平易な語彙が用いられており、単純な構造の文により構成されていた。また、文章の構成も比較的単純であったためワーキングメモリへ高い負荷がかからず、その結果としてワーキングメモリ容量の個人差の主効果が現われなかったとも考えられる。これを検討するため、本研究で使用した文章のうち、解析に使用した部分を構成する単語の頻度を求めた。さらに、単語の頻度効果が停留時間に及ぼす影響も考慮に入れたうえで、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が読書中の停留時間に与える影響を再分析した。

10-5. 頻度効果を含めた再分析の方法

研究4で用いた刺激文章に含まれる単語の出現頻度を計算した。その手続きとして、まず刺激文章の該当する箇所を形態素解析ソフト「ChaSen」(松本・北内・山下・平野・松田・高岡・浅原, 2000)を用いて形態素に分割した。さらに各単語の終止形を利用し

て、各単語の出現頻度を天野・近藤（2001）⁶から計算した。その結果、本研究で解析した文章で用いた単語の出現頻度を対数変換した値の平均は 5.40（SD=1.57、対数値を逆変換した値では 251,189 回）であった。図 10-3 が示すように、本研究で扱った文章では出現頻度 1,000,000 回（対数変換した値で 6）以上の単語が非常に多かった。

この結果は、比較的頻度の高い単語で構成される文章ではワーキングメモリ容量の個人差の影響が小さくなる可能性を支持している。この点に関してさらに検討するため、文章より特に出現頻度の高い単語と頻度の低い単語を選択し、出現頻度の低い単語を含む文節ではワーキングメモリ容量の影響が大きくなるかどうかを検討した。出現頻度の高い単語と低い単語を選択するために、天野・近藤（2001）において頻度 100 以下の単語を低頻度語（26 語、「謄写」、「広大だ」、「蔑む」、「衝立」、「顛頂」、「禿げる」など）、頻度 100,000 以上の単語（28 語、「自分」、「行く」、「強い」、「歩く」、「見る」、「思う」など）を高頻度語と定義し、文章中より該当する単語を含む文節を解析した。この際、単語は全て独立語（名詞、動詞、形容詞、形容動詞）の中から選出した。

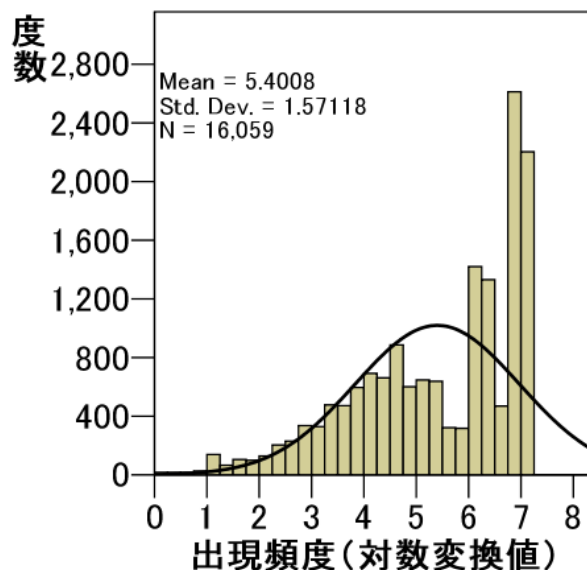


図 10-3

研究 4 で用いた文章内の単語の頻度データベースにおける出現頻度分布

⁶ 天野・近藤（2001）は朝日新聞 14 年分（1985 年 1 月 1 日から 1998 年 12 月 31 日分）の記事データ（11,073,167 文，341,771 単語（異なり），延べ 570,554,885 文字）を対象に各単語の出現頻度が計算されている。

10-6. 頻度効果を含めた再分析の結果と考察

以下では、高・低頻度の単語を含む文節の各停留時間を従属変数とし、ワーキングメモリ容量（高・低）と言語知識（高・低）を被験者間要因、単語の出現頻度（高・低）を被験者内要因とする3要因分散分析を行った結果を示す。

10-6-1. 初停留時間

図10-4に各グループの平均初停留時間を示す。分散分析の結果、出現頻度の有意な主効果が見られ、出現頻度の高い単語は、低い単語に比べて初停留時間が短かった ($F(1, 25) = 26.44, p < .001$)。その他の主効果および交互作用は有意でなかった。

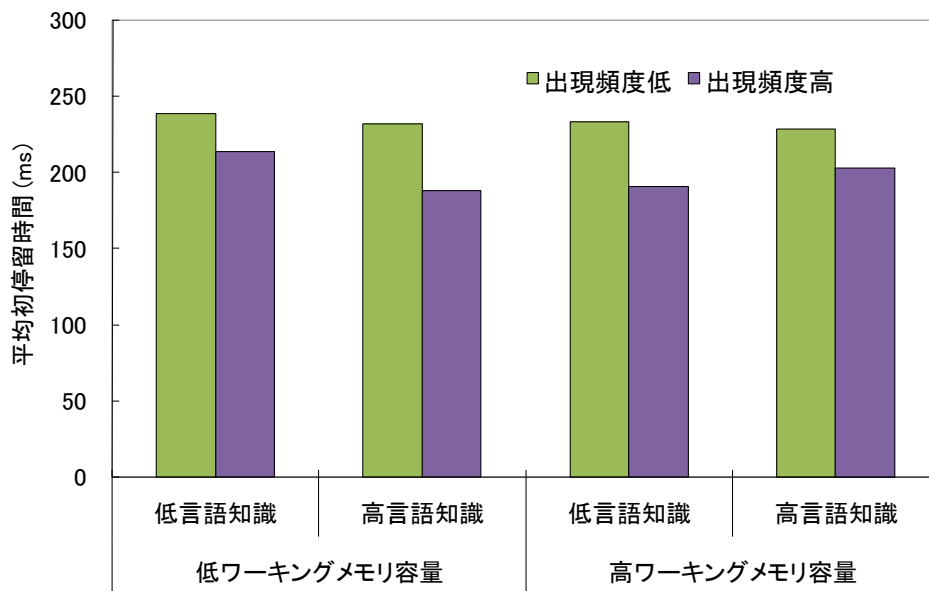


図10-4

各グループの平均初停留時間

10-6-2. 初回注視時間

図10-5にグループごとの平均初回注視時間を示す。分散分析の結果、出現頻度の主効果が有意だった。高出現頻度の単語は、低出現頻度の単語よりも初回注視時間が短かった ($F(1, 25) = 72.95, p < .001$)。また、言語知識の主効果も有意であり、言語知識の高い人は、低い人に比べて初回注視時間が短かった ($F(1, 25) = 7.39, p < .05$)。さらに言語知識とワーキングメモリ容量の交互作用が有意傾向だった ($F(1, 25) = 3.44, p$

<.08)。LSD 法による多重比較を行ったところ、低言語知識の二つのグループにおいて低ワーキングメモリ容量群は高ワーキングメモリ容量群よりも初回注視時間が長かった ($p<.05$)。しかし、高言語知識の二つのグループでは初回注視時間にワーキングメモリ容量の高低による差が見られなかった。

これらの結果は 2 要因モデルで説明可能である。2 要因モデルは、言語知識の個人差の影響を受ける処理として (1) 単語に最初に停留した段階での単語の意味検索と (2) 先行文脈の意味と停留した単語との一貫性の判断を仮定していた。言語知識の低い人は、このような処理の効率が言語知識の高い人ほど高くないので、ワーキングメモリ内の情報を用いた推論を行う必要があると考えられる。その際、推論を行うために十分なワーキングメモリ容量を持っている必要がある (Hasher & Zacks, 1988)、ワーキングメモリ容量が低い人は高い人に比べて推論に長い時間がかかってしまうと考えられる。

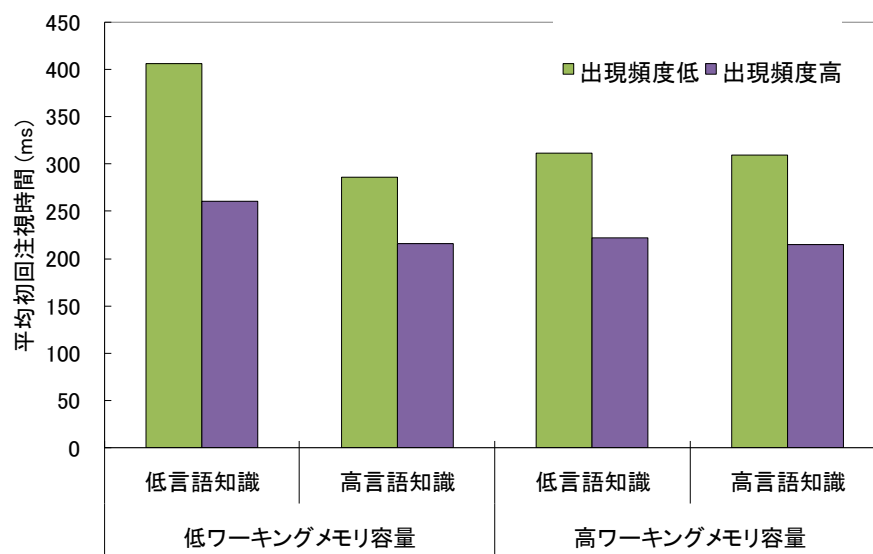


図 10-5

各グループの平均初回注視時間

10-6-3. 読み直し時間

図 10-6 に各グループの平均読み直し時間を示す。分散分析の結果、出現頻度の主効果が有意であり、出現頻度の高い単語は、低い単語と比較して読み直し時間が短かった ($F(1, 25) = 31.41, p<.001$)。また、ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向であり、ワーキングメモリ容量の高い人は、低い人よりも読み直し時間が短かった ($F(1, 25)$

= 3.06, $p < .10$)。その他の主効果および交互作用は、有意でなかった。この結果は、2 要因モデルの仮定と一致している。本研究では単語の読み返しが起きる条件として (1) 単語の意味検索の失敗と (2) 先行文脈との一貫性の低下を仮定していた。また、2 要因モデルは、単語の意味や前後の文脈から効率的に推論したり、先行文脈と現在停留している単語とのつながりを維持したりするためにワーキングメモリ容量が十分にあることが必要であると仮定している。さらに、ワーキングメモリ容量の高い人は、低い人よりも推論がスムーズに行われると仮定していた。よって、ワーキングメモリ容量が高い人ほど読み直し時間が短いという結果は 2 要因モデルで上手く説明することができる。

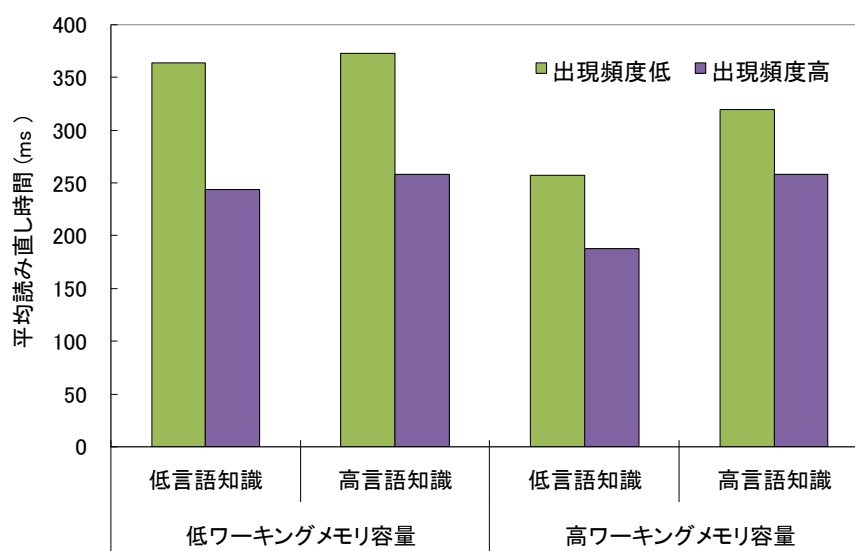


図 10-6

各グループの平均読み直し時間

10-6-4. 総読み時間

図 10-7 に各グループの平均総読み時間を示す。分散分析の結果、頻度の主効果が有意であり、出現頻度の高い単語は、低い単語よりも総停留時間が短かった ($F(1, 25) = 107.13, p < .001$)。また、ワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用が有意傾向だった ($F(1, 25) = 4.02, p < .06$)。多重比較の結果、言語知識の低い二つのグループではワーキングメモリ容量の高いグループが低いグループに比べて総停留時間が短い傾向が見られた ($p < .06$)。しかし言語知識の高い二つのグループでは、ワーキングメモリ容量の高低による差が見られなかった。総読み時間は、各文節に停留した時間の合計であるこ

とから初回注視時間と読み直し時間の結果を結合した結果と考えられる。ワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用に関する結果は、初回注視時間で見られた結果と一致していることから、初回注視時間が総読み時間に占める割合が高いと考えられる。

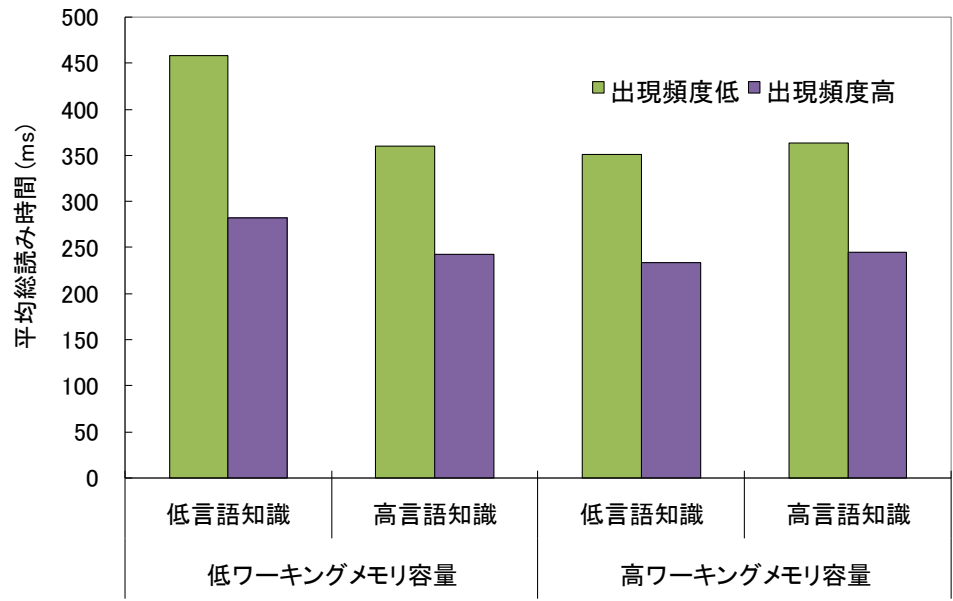


図 10-7

各グループの平均総読み時間

10-7. 研究4のまとめ

研究4では読書時の眼球運動を指標として、言語知識とワーキングメモリ容量の個人差が文章理解過程にどのように影響するのかを検討した。結果として、言語知識とワーキングメモリ容量の個人差は、異なる眼球運動指標に影響することが示された。また、初回注視時間を指標とすると言語知識とワーキングメモリ容量が相互作用的に影響することも示された。このような結果は、2要因モデルと一致しており、言語知識とワーキングメモリ容量では文章理解過程に及ぼす影響が異なることを示唆している。

1 1 . 研究 5 (単語レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響)

1 1 - 1 . 目的

研究 5 は、単語の語彙判断課題およびカテゴリー判断課題を用いて、単語の意味検索に言語知識とワーキングメモリ容量の個人差が影響するかどうかを検討する。また、単語の語彙判断を行う際に同音異字語の存在する語を刺激とすることにより、単語の音韻表象から生じる語彙的曖昧性を含む語の処理にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が影響するかどうかを検討する。

先行研究においてワーキングメモリ容量は、単語の習得過程や単語の短期的な記憶に影響することが知られている (Baddeley et al., 1975, 1998; Conrad & Hull, 1964; Ellis & Hennelly, 1980; 西崎他, 2000 など、詳細については 3 - 1 - 4 - 1 を参照)。ただし従来の研究では、ワーキングメモリ容量の高低によって単語の意味検索過程の効率が異なるかどうかは検討されていない。一方、言語知識の個人差は、単語の意味検索過程に影響することが示唆されている (天野・近藤, 1999; McBride-Chang et al., 1993 など、詳細については 3 - 2 - 2 - 1 を参照)。

先行研究の知見に基づき 2 要因モデルは、単語の意味検索過程が言語知識の個人差の影響を受けることを予測する。2 要因モデルにおいて言語知識の中に語彙数が含まれることからこの予測が可能である。しかし、ワーキングメモリ容量の個人差の影響は特に予測されない。なぜなら、単語の意味検索処理は、一度に処理される情報が比較的少なく、ワーキングメモリ容量の低い人であっても容量限界まで処理を行うとは考えられないためである。一方、言語的認知容量を仮定するモデルは、言語的認知容量の個人差が単語の意味検索過程だけでなく言語的なワーキングメモリ課題や言語知識を測定する課題にも影響すると仮定する。つまり、2 要因モデルと異なり、リーディングスパンテスト得点と単語の意味検索の効率の間に関連性があることを予測する。

次に単語の音韻表象から生じる語彙的曖昧性の処理に関連して、4 - 2 - 3 - 2 で論じたように、日本語は表記の特徴として同音異字語が数多く存在する。また、漢字・仮

名の表記や音読・黙読の方法に関わらず、読みでは音韻的な情報が用いられることが示唆されている（近藤・神長・馬塚・林，2007; Mazuka, Itoh, Kondo, & Brown, 2000）。これらを考慮すると、日本語には音韻的表象から生じる語彙的曖昧性を持つ単語が数多くあると考えられる。

文理解の研究では、語彙的曖昧性を持つ単語を含む文を読む場合、複数の意味解釈を保持する段階でワーキングメモリ容量の個人差が影響することが示唆されている

（Miyake et al., 1994, 詳細は3-1-4-2および4-2-3-2を参照）。Miyake et al. (1994) は、語彙的曖昧性によって生じた複数の意味解釈は、ワーキングメモリで保持されると仮定した。さらに、ワーキングメモリ容量の低い人は高い人に比べて処理負荷が高くなると論じている。Miyake et al. (1994) の実験では、語彙的曖昧性を含む単語が文に埋め込まれていたが、単語を単一で提示した場合にも語彙的曖昧性は生じるので、文に埋め込んだ時と同じようにワーキングメモリ容量の個人差が影響する可能性がある。これを仮定すると、同音異字語がある単語の理解は、それが無い単語に比べて困難になると考えられる。また、同音異字語による困難度の増加はワーキングメモリ容量の低い人ほど著しいと考えられる。

この問題を検討するため、本研究では語彙判断課題において同音異字語を持つ単語と持たない単語を刺激として使用する。また、単語を認知する際に複数の意味解釈が高い確率で生じるように、同音異字語を持つ単語刺激として以下の二つの特徴を持つ単語を用いる。第1の特徴は、同じ音韻表象から二つの意味解釈を想起することが可能なことである。さらに二つの意味解釈の両者の親密度が高いものを選定した。第2の特徴は、二つの意味解釈で親密度の差が小さいことである。この特徴により、複数の意味解釈からあるものだけに偏って想起することがないようにした。またこのような単語を選出することにより、二つの意味解釈の想起が言語知識の個人差に依存しないようにすることを意図した。

以上をまとめると、2 要因モデルは、研究5で用いる語彙判断課題とカテゴリー判断課題の正答率や反応時間は、主に言語知識の個人差の影響を受けることを予測する。ただし、語彙判断課題において同音異字語を持つ単語については、語彙的曖昧性の処理が問題となる。この場合、ワーキングメモリ容量の低い人は、高い人に比べて反応時間が長くなることを予測する。

一方、言語的認知容量のみを仮定するモデルは、2 要因モデルが仮定するワーキング

メモリ課題の測度も言語知識の測度も同一の要因を測定していると仮定する。よっていずれの測度を個人差の指標とした場合にも、単語の語彙判断課題およびカテゴリー判断課題の成績との関連性が見られることを予測する。

言語的認知容量モデルと 2 要因モデルで異なる点は、語彙判断課題における単語の同音異字語の有無とリーディングスパンテスト得点との間に交互作用に関する予測である。同音異字語が存在する単語の語彙判断は、それが無い場合に比べて一度に処理する単語の意味表象が多いと考えられる。2 要因モデルは、リーディングスパンテストが固定的なワーキングメモリ容量の個人差を測定すると仮定している。よって、リーディングスパンテスト得点の個人差は、一度に処理する情報の多い同音異字語がある単語の語彙判断で特に大きく現れることを予測する。しかし、言語的認知容量を仮定するモデルでは、ワーキングメモリに固定的な容量があることを仮定しない。よって、一度に処理する情報量の多少が言語的認知容量の個人差と関連するとは考えられない。そのため、リーディングスパンテスト得点の個人差の影響は、同音異字語がある単語とない単語とで大きさが変わるとは予測されない。

また、研究 5 における解析手法の試みとして個人差変数を共変量とした共分散分析を行う。前章までの研究のうち、研究 1 から研究 3 では文章理解成績を予測する際にワーキングメモリ容量の測度（リーディングスパンテスト得点）と言語知識の測度（WAIS-R 単語下位テストおよび知識下位テストと百羅漢テストの各得点）はいずれも連続量として扱われていた。また、研究 4 ではワーキングメモリ容量と言語知識はそれぞれの測度の中央値をもとに被験者を高群と低群に振り分けて、カテゴリーとして扱っていた。認知的要因の変数が従属変数に及ぼす影響について線形関数を用いて近似するという意味では二つの方法は等しい。しかし、もともと連続量として扱うことの可能な変数はカテゴリー化せずに連続量のままで解析する方がその変数の効果の検出力が高いことが知られている（並木, 1997 ; Baayen, 2004）。この点を考慮して、研究 5 はワーキングメモリ容量・言語知識の測度を共変量（つまり連続量）とし、それ以外の言語的な要因を固定効果とする共分散分析を行ってワーキングメモリ容量・言語知識の個人差の影響を検討する。通常、共分散分析では、共変量と固定効果の交互作用が有意でないことを確認した上で、固定効果を検討する。これは共変量の値によって効果量の変動しないことを確認するためである。しかし、本研究では共変量として扱うワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が固定効果に影響するかどうかをむしろ積極的に検討する。共変量と固

定効果の交互作用の有無を検討することにより、二つの認知的要因の個人差が単語レベルの理解に対して単語の条件によらずに影響するのか、特定のタイプの単語（同音異字語を持つ場合のみや漢字で表記した場合のみなど）の理解にのみ影響するのかが明らかになると考えられる。

1 1 – 2. 方法

1 1 – 2 – 1. 被験者

早稲田大学の大学生 35 人(男性 14 人, 女性 21 人, 平均年齢 19.6 歳, $SD = 1.0$)が参加した。本研究に参加した被験者は補足研究 2 と同一だった。

1 1 – 2 – 2. 材料

1 1 – 2 – 2 – 1. 語彙判断課題

単語刺激は天野・近藤 (1999) の日本語データベースより以下の(A)から(C)の条件に当てはまるものを 96 語選出した。各条件の刺激単語の例を表 1 1 – 1 に示す。

(A) 文字音声単語親密度が 5 以上 6 以下の単語

(B) 漢字表記で 2 文字

(C) 音韻的な長さが 3 モーラまたは 4 モーラ

選出された単語のうち半数の 48 語は、同音異字語が存在しなかった（以下、同音異字語なし単語）。また残りの 48 語は、選出した単語と同じ程度の単語親密度の同音異字語が存在した（以下、同音異字語あり単語）。同音異字語あり単語のリストの文字音声単語親密度の平均は 5.01 ($SD = 0.55$)、同音異字語なし単語の文字音声単語親密度の平均は 5.03 ($SD = 0.58$) だった。同音異字語あり単語と同音異字語なし単語のリスト間で文字音声単語親密度に有意差が見られなかった ($t(95) < 1$, n.s.). また、同音異字語あり単語に対応する同音異字語（つまり実際には提示されない単語）における文字音声単語親密度の平均は 5.01 ($SD = 0.59$) だった。同音異字語あり単語とそれに対応する同音異字語のリスト間でも文字音声単語親密度に有意差が見られなかった ($t(95) < 1$, n.s.). 同音

異字語あり単語と同音異字語なし単語は、それぞれ半数が漢字表記で被験者に提示され、残りの半数がひらがな表記で提示された。どの単語がいずれの表記で提示されるかについては被験者ごとにカウンターバランスされた。

表 1 1 - 1

語判断課題で用いた刺激語の例

条件	刺激語の例
ひらがな同音異字語なし	はざくら、じゅんかつ
漢字同音異字語なし	凄味、墮落
ひらがな同音異字語あり	きょうかん、すいそう
漢字同音異字語あり	村長(尊重)、医院(委員)*
順序換えひらがな非単語	いぜたく、うごとう
入れ替えひらがな非単語	つんぱん、うしそい
同音漢字非単語	苦省、着項
ランダム漢字非単語	薩型、剣京

注：() 内の単語は同音異字語。

非単語刺激を作成するため、文字音声単語親密度が 5 以上 6 以下の二字漢字熟語の中から 96 語を選出した。さらに、以下の 4 通りの操作を 24 単語ずつに行って 4 種類の非単語リストを作成した。第 1 に熟語の読みを再現できるが、意味の成り立たない漢字に置き換えた非単語を 24 語作成した(以下、同音漢字非単語)。第 2 に 1 文字目と 2 文字目の組み合わせを 24 単語間でランダムに組み合わせて非単語を 24 語作成した(以下、ランダム漢字非単語)。第 3 に表記をひらがなに置き換えて、単語内の文字の順序をランダムに入れ替えた非単語を 24 語作成した(以下、順序換えひらがな非単語)を作成した。第 4 に表記をひらがなに置き換えて、単語内の 1 文字を別の文字と入れ替えた非単語を 24 語作成した(以下、入れ替えひらがな非単語)。

1 1 - 2 - 2 - 2. カテゴリー判断課題

カテゴリー判断課題で用いた単語刺激は、天野・近藤(1999)の日本語データベースより文字音声単語親密度が4以上6以下の単語から選出した。カテゴリーの判断基準は、生物・非生物だった。生物カテゴリーは、動物名(例、いんこ、文鳥、みみず)、職業名(例、家老、目医者、船乗り)、役割名(例、細君、実姉)を含んでいた。非生物カテゴリーは、事物(例、首輪、巣箱、荷札)を含んでいた。どちらのカテゴリーも1文字から3文字の単語が含まれており、平均文字数は両カテゴリーとも2.2文字(生物カテゴリーは $SD = 0.6$ 、非生物カテゴリーは $SD = 0.5$)で一致していた。音韻的な長さとして生物カテゴリーの平均は3.65モーラ($SD = 0.48$)、非生物カテゴリーの平均は3.60モーラ($SD = 0.49$)だった。両カテゴリーのリスト間でモーラ数に有意差は見られなかった($t < 1$)。また、文字音声単語親密度はどちらのカテゴリーも4.86(生物カテゴリーは $SD = 0.39$ 、非生物カテゴリーは $SD = 0.37$)で一致していた。

1 1 - 2 - 3. 手続き

被験者は補足研究2の参加者と同じだった。そのためリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点は補足研究2の結果を使用し、それぞれワーキングメモリ容量と言語知識の測度とした。研究5は、補足研究2の調査の実施後、約2週間空けて行われた。

1 1 - 2 - 3 - 1. 語彙判断課題

被験者は、CRT画面に提示された刺激文字列が単語であるか非単語であるかをできるだけ速く正確に判断して対応するボタンを押すことを教示された。一試行は、まず注視点が画面の中央に500 ms提示された。注視点が消えると同時に注視点と同じ位置に刺激文字列が提示された。刺激文字列は、被験者のボタン押しまで提示された。被験者の反応から1200 ms後に次の試行の注視点が提示された。単語または非単語の反応は両手の人差し指でボタンボックスのボタンを押すように教示した。単語・非単語反応の左右のボタンへの割り当ては被験者間でカウンターバランスした。被験者とCRT画面の距離は、約50 cmであり刺激文字列の視角は約 3.6° から約 7.3° だった。被験者は実験手続きに慣れるために20試行の練習セッションを行った。本試行は、全部で192試行から成っており、2ブロックに分けて実施された。1ブロック(96試行)は、刺激を漢字表記で提示し、もう1ブロック(96試行)は、ひらがな表記で提示した。漢字表記で提示するブロックとひらがな表記で提示するブロックの実施順序は、被験者ごとにランダムとし

た。また、ブロック間には短い休憩をはさんだ。被験者の反応測度として単語項目に対するエラー率(見落とし率)と非単語項目に対するエラー率(虚再認率)、刺激文字列提示から被験者のボタン押しまでの時間(反応時間)を測定した。

1 1 - 2 - 3 - 2. カテゴリー判断課題

被験者は、CRT 画面に提示された刺激文字列が生物か非生物かをできるだけ速く正確に判断し、対応するボタンを押すことを教示された。一試行は、まず注視点が画面の中央に 300 ms 提示された。注視点が消えると同時に注視点と同じ位置に刺激単語が提示された。刺激単語は被験者のボタン押しまで提示された。被験者の反応から 1000 ms 後に次の試行の注視点が提示された。被験者は、両手の人差し指でボタンボックスのボタンを押すように教示された。生物・非生物反応の左右のボタンへの割り当ては、被験者間でカウンターバランスした。被験者と画面の距離は約 50 cm であり刺激文字列の視角は約 3.6° から約 7.3° だった。実験手続きに慣れるために、被験者は、まず 12 試行の練習を行った。練習試行では実験者が被験者の反応を観察して、反応に誤りがあった場合は、どのような理由で誤りなのかを説明した。本試行は、全部で 96 試行から成り、1 ブロックで実施された。半数の試行では生物カテゴリー単語、残り半数の試行では非生物カテゴリー単語が提示された。単語の提示順序は被験者間でランダムとした。被験者の反応測度として正答率および刺激単語提示から被験者のボタン押しまでの時間(反応時間)を測定した。

1 1 - 3. 結果

1 1 - 3 - 1. 語彙判断課題

1 1 - 3 - 1 - 1. 見落とし率

見落とし率(単語刺激を非単語と答える誤り)を従属変数とし、表記(漢字, ひらがな)と同音異字語(あり, なし)を被験者内要因, リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点を共変量とする共分散分析を行った。各条件における見落とし率を図 1 1 - 1 に示す。共分散分析の結果, 同音異字語の主効果が有意であり, 同音異字語なし単語は同音異字語あり単語よりも見落とし率が高かった ($F(1, 32) = 4.55, p < .05$)。その他の

主効果および交互作用は有意でなかった。

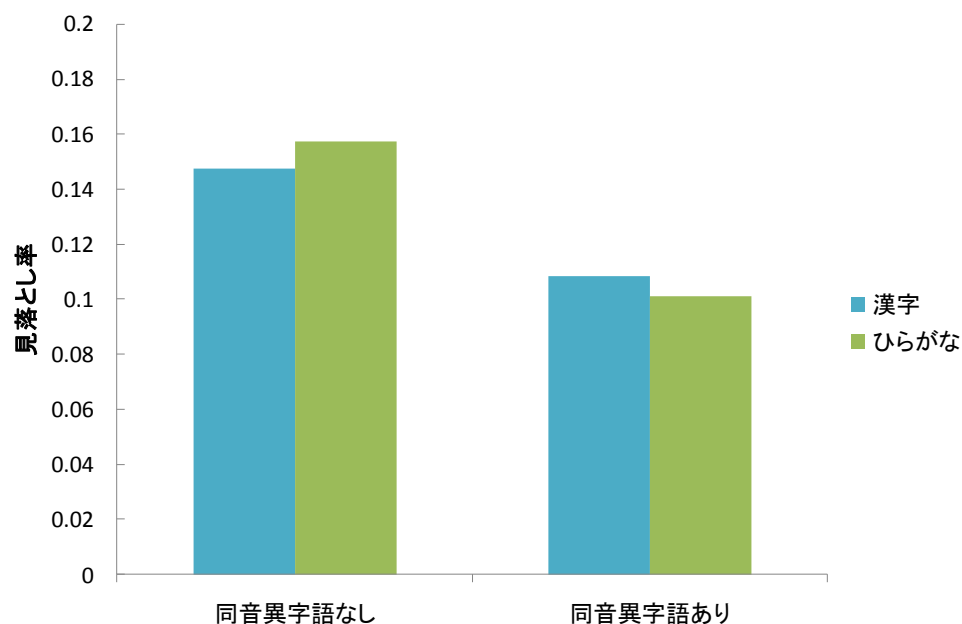


図 1 1 - 1

語彙判断課題における見落とし率

1 1 - 3 - 1 - 2. 虚再認率

各条件における虚再認率（非単語刺激を単語と答える誤り）を図 1 1 - 2 に示す。虚再認率を従属変数とし、提示条件(同音漢字非単語, ランダム漢字非単語, 順序換えひらがな非単語, 入れ替えひらがな非単語)を被験者内要因, リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点を共変量とする共分散分析を行った。その結果, 提示条件と百羅漢テスト得点の主効果が有意だった (それぞれ $F(3, 30) = 7.89, p < .01$, $F(1, 32) = 7.51, p < .05$)。さらに, 百羅漢テスト得点と提示条件の交互作用が有意だった ($F(3, 30) = 6.43, p < .01$)。また, リーディングスパンテスト得点と提示条件の交互作用が有意傾向だった ($F(3, 30) = 2.52, p < .10$)。二つの認知的要因と提示条件の交互作用が有意または有意傾向であったため, 各提示条件の虚再認率とリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点の相関を求めた。図 1 1 - 3 に各条件の虚再認率とリーディングスパン得点の散布図と条件ごとの回帰直線を示す。リーディングスパンテスト得点は, 入れ替えひらがな非単語の虚再認率と正の相関が見られた ($r = .40, p < .05$)。その他の条件における虚再認率とリーディングスパンテスト得点との相関は有意ではなかった (同音漢字非単語 $r = -.22, p > .10$, ランダム漢字非単語 $r = -.22, p > .10$, 順序換えひらがな非単語

語 $r = .13, p > .10$)。図 1 1 - 4 に各条件の虚再認率と百羅漢テスト得点との散布図と条件ごとの回帰直線を示す。百羅漢テスト得点は、同音漢字非単語およびランダム漢字非単語の虚再認率と負の相関が見られた（それぞれ $r = -.53, p < .01$, $r = -.60, p < .01$ ）。ひらがな表記の非単語では百羅漢得点との相関が有意ではなかった（順序換えひらがな非単語 $r = .24, p > .10$, 入れ替えひらがな非単語 $r = -.10, p > .10$ ）。

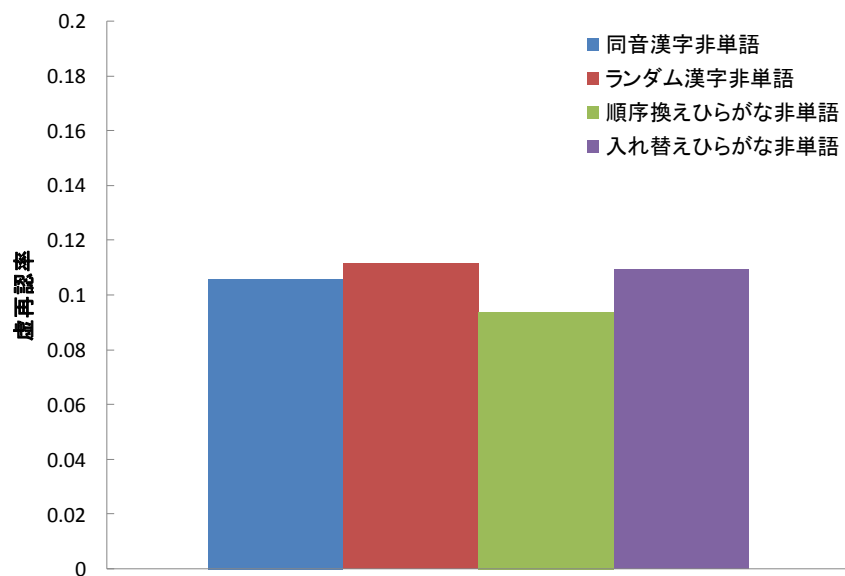


図 1 1 - 2

非単語刺激の各条件における虚再認率

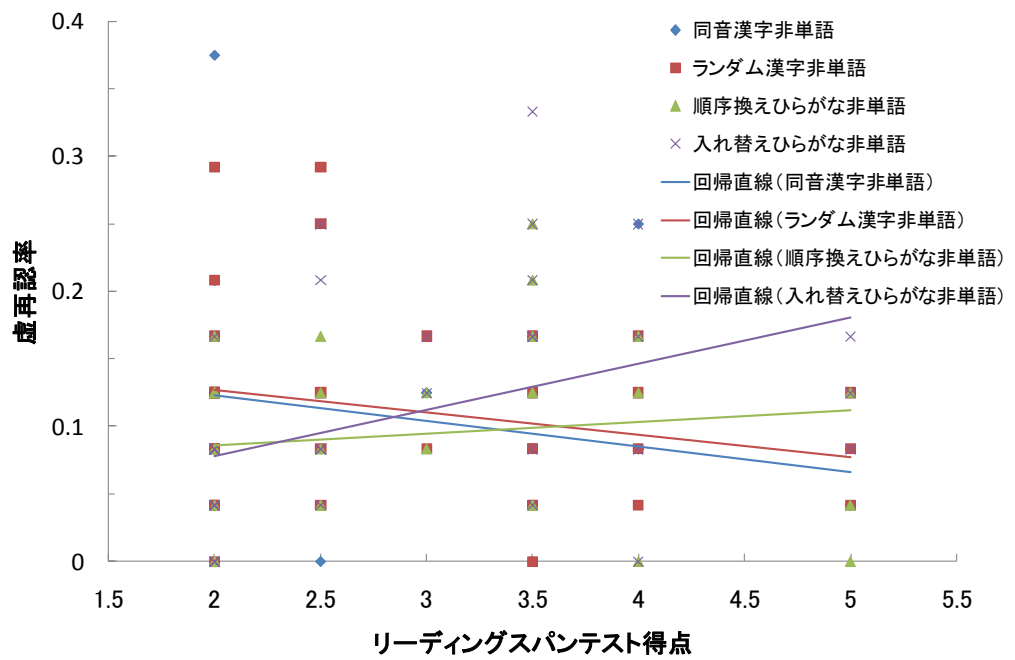


図 11-3

リーディングスパンテスト得点と非単語刺激の各条件における
虚再認率の散布図と回帰直線

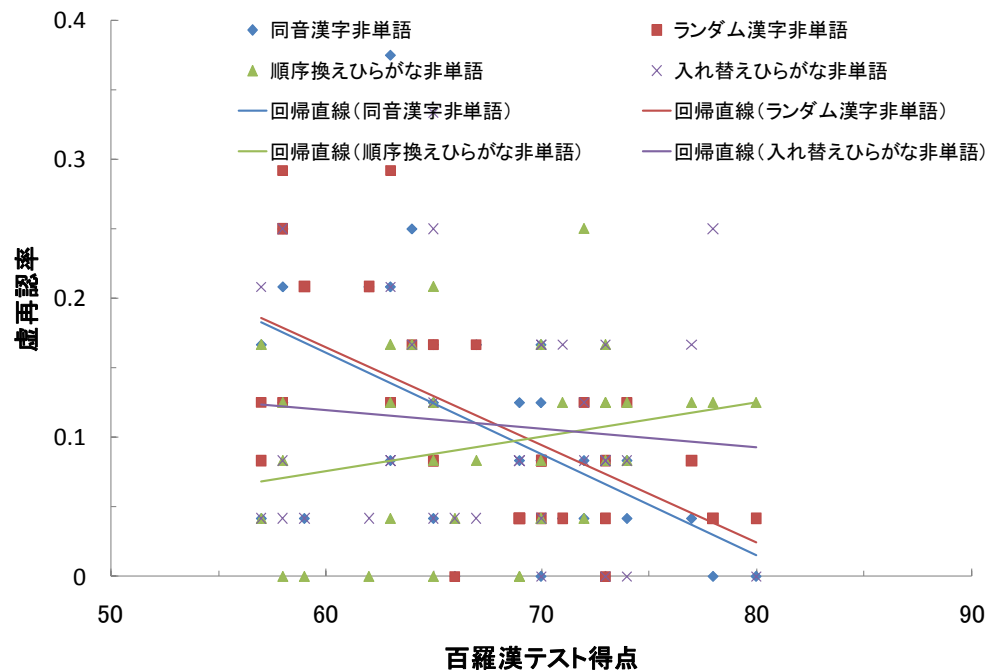


図 11-4

百羅漢テスト得点と非単語刺激の各条件における虚再認率の散布図と回帰直線

1 1 - 3 - 1 - 3. 反応時間

単語刺激の各条件における反応時間を図 1 1 - 5 に示す。単語刺激に対する正答反応の反応時間を対数変換した値を従属変数とし、表記(漢字, ひらがな)と同音異字語(あり, なし)を被験者内要因, リーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点を共変量とする共分散分析を行った。その結果, 有意な主効果は見られなかった。また, 同音異字語とリーディングスパンテスト得点の交互作用が有意傾向だった ($F(1,32) = 3.36, p < .10$)。この交互作用について詳しく検討するため, 各条件における反応時間とリーディングスパンテスト得点との相関係数を求めた。図 1 1 - 6 に各条件における反応時間とリーディングスパンテスト得点の散布図および回帰直線を示す。漢字同音異字語あり単語, ひらがな同音異字語あり単語の反応時間は, それぞれリーディングスパンテスト得点との有意な負の相関が見られた (それぞれ $r = -.34, p < .05, r = -.35, p < .05$)。漢字同音異字語なし単語とひらがな同音異字語なし単語の反応時間とリーディングスパンテスト得点との相関は有意でなかった (それぞれ $r = -.20, p > .10, r = -.27, p > .10$)。

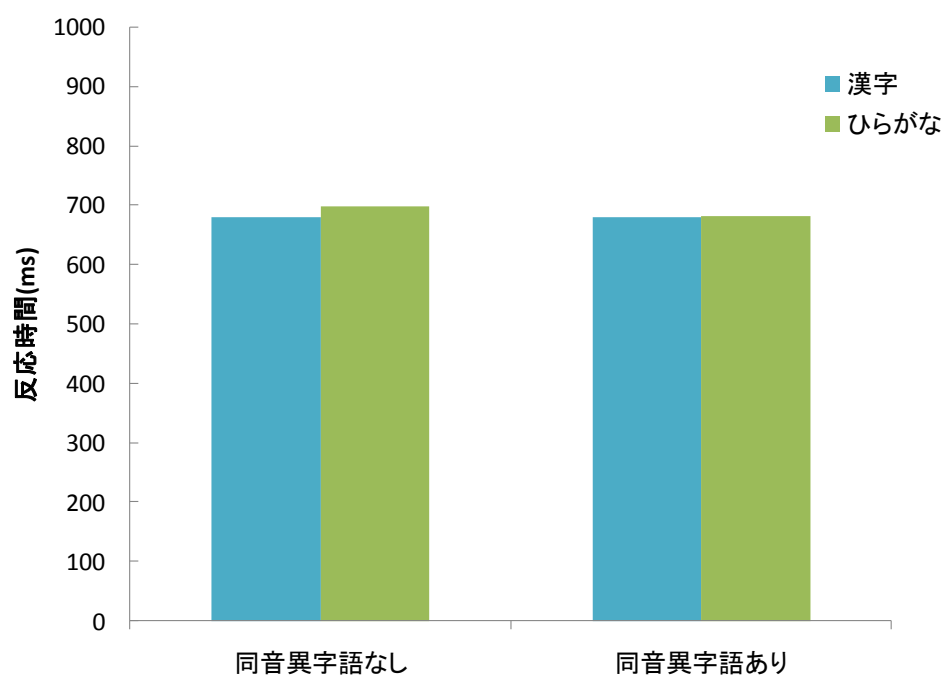


図 1 1 - 5

単語刺激の各条件における反応時間

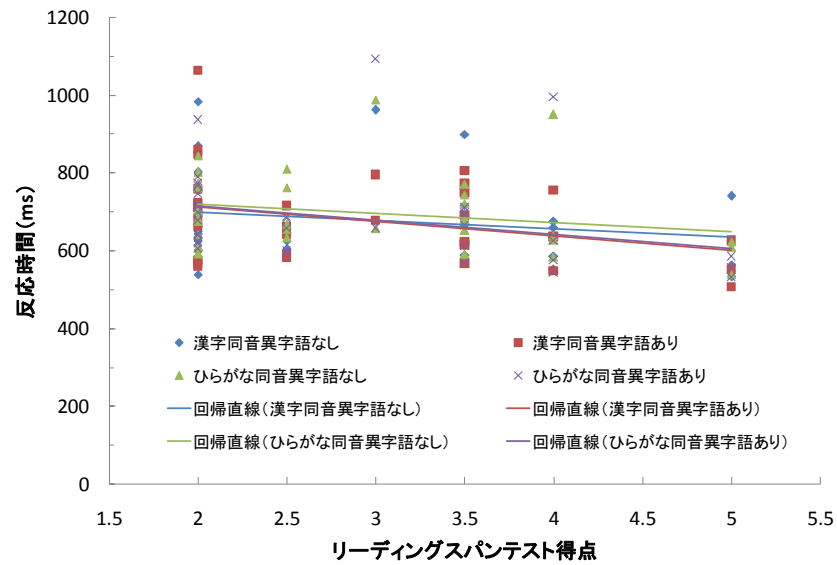


図 1 1 - 6

リーディングスパンテスト得点と単語刺激の各条件における反応時間との
散布図および回帰直線

次に、非単語刺激の各条件における反応時間を図 1 1 - 7 に示す。非単語刺激における正答の反応時間を対数変換した値を従属変数とし、提示条件(同音漢字非単語、ランダム漢字非単語、順序換えひらがな非単語、入れ替えひらがな非単語)を被験者内要因、リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点を共変量とする共分散分析を行った。その結果、有意な主効果および交互作用は見られなかった。

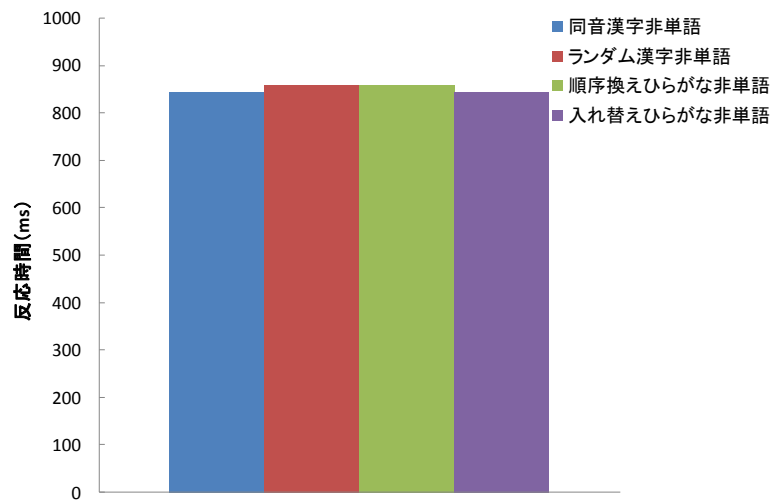


図 1 1 - 7

非単語刺激の各条件における反応時間

1 1－3－2. カテゴリー判断課題

1 1－3－2－1. 誤答率

誤答率を従属変数とし、有生性（生物，非生物）を被験者内要因，リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点を共変量とする共分散分析を行った。その結果，有生性の主効果は有意ではなかったが，有生性とリーディングスパンテスト得点，および有生性と百羅漢テスト得点の交互作用がどちらも有意傾向だった（それぞれ $F(1, 32) = 3.08, p < .10$ および $F(1, 32) = 2.96, p < .10$ ）。そこで，各カテゴリーにおける誤答率とリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点との相関係数をそれぞれ計算したところ，生物カテゴリーの誤答率とリーディングスパンテスト得点とで $r = .12$ ，非生物カテゴリーの誤答率とリーディングスパンテスト得点では $r = -.15$ ，生物カテゴリー誤答率と百羅漢得点とでは $r = -.19$ ，非生物カテゴリーと百羅漢得点とでは $r = .08$ でいずれも有意ではなかった。

1 1－3－2－2. 反応時間

正答した試行の反応時間を対数変換した値を従属変数とし，有生性（生物，非生物）を被験者内要因，リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点を共変量とする共分散分析を行った。その結果，有生性の主効果が有意であり，生物カテゴリーの単語は非生物カテゴリーよりも反応時間が短かった（ $F(1, 32) = 6.59, p < .05$ ）。また，百羅漢テスト得点の主効果も有意だった（ $F(1, 32) = 4.82, p < .05$ ）。図 1 1－8 に，百羅漢テスト得点と生物カテゴリー，非生物カテゴリーにおける平均反応時間の散布図および回帰直線を示す。いずれのカテゴリーにおいても回帰直線は右肩下がりであり，百羅漢テスト得点の高い人ほど反応時間が短い傾向が見える。相関係数は，百羅漢テストと生物カテゴリーの反応時間で $r = -.44$ ($p < .01$)，百羅漢テストと非生物カテゴリーの反応時間とでは $r = -.36$ ($p < .05$) でいずれも有意だった。リーディングスパンテスト得点の主効果および交互作用は有意ではなかった。

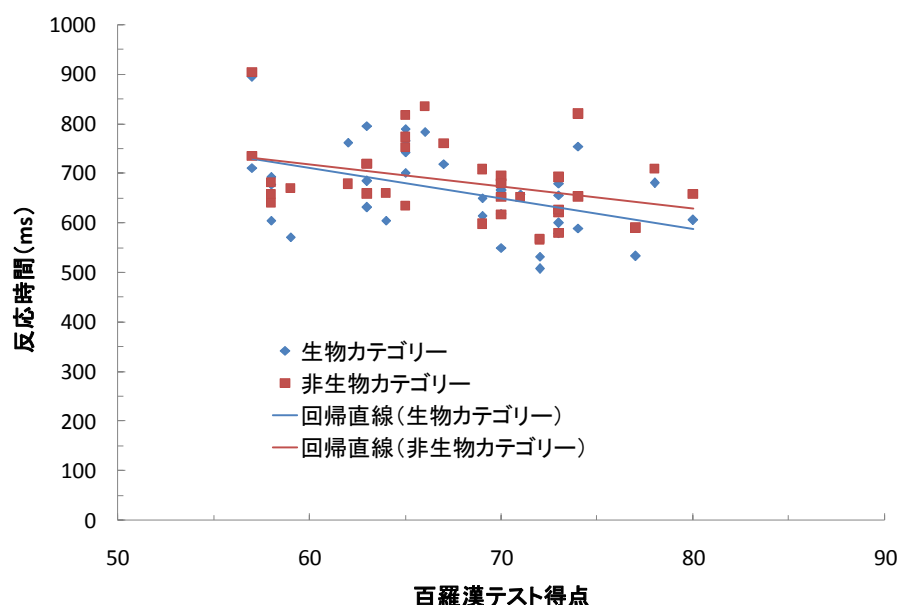


図 1 1 - 8

各カテゴリーの反応時間と百羅漢テスト得点との散布図および回帰直線

1 1 - 4. 考察

研究 5 は、語彙判断課題とカテゴリー判断課題を用いて単語レベルの理解におけるワーキングメモリ容量および言語知識の個人差の影響を検討した。その結果、語彙判断課題では百羅漢テスト得点の高い人ほど漢字表記の非単語の虚再認が少ないことが示された。また、同音異字語のある単語に対する反応時間は、リーディングスパンテスト得点が高い人ほど短かった。この同音異字語の有無とリーディングスパンテスト得点との交互作用は、単語が漢字とひらがないずれの表記で場合にも見られた。さらに、カテゴリー判断課題では、百羅漢テスト得点の高い人ほど反応時間が短いことが示された。

このようにリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点が語彙判断課題の異なる指標と関連性を持つという結果は、2 要因モデルのようにワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が単語レベルの理解における別の処理に影響することを仮定すれば説明できる。言語的認知容量のみを仮定するモデルでは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差はどちらも単語レベルの処理に影響し、一方の影響は他方の影響を統制するとなくなることが予測されていた。しかし、結果はこの仮定を支持しなかった。

次に、個別の結果に関してワーキングメモリ容量と言語知識の個人差という観点から

解釈を試みる。まず言語知識の個人差と単語レベルの理解に伴う処理に関して、百羅漢テスト得点の高い人ほど漢字表記の非単語に対する虚再認が少なかった。非単語の虚再認は、本来非単語と答えるべき刺激に対して単語と答える誤りである。したがって、この結果は、言語知識が高い人ほど単語の漢字表記を正確に保持していることを示唆している。

また、反応時間を指標とした場合、語彙判断課題では言語知識の個人差の影響が見られなかったが、カテゴリー判断課題では言語知識が高い人ほど反応時間が短かった。課題によって異なる指標に表れるのは、単語の処理の方法が課題によって異なることを示唆している。語彙判断では、視覚提示された文字列が単語であるかどうかを判断するだけでも解答可能であり、提示された文字列になじみがあるかどうかで判断される可能性がある。つまり、必ずしも単語の意味が深い水準で処理されるとは限らない。一方、カテゴリー判断では単語の意味を同定した上で判断する（本研究では生物か非生物かの判断）必要がある。このような処理の深さの違いを考慮すると、語彙判断課題では単語の意味の処理というよりも刺激に対するなじみの程度に基づく判断を行ったため、言語知識の個人差が虚再認率に影響したと考えられる。一方、カテゴリー判断課題では、単語に対する意味処理が行われるために言語知識の個人差が反応時間に表れたと考えられる。

このように単語レベルの処理に関して二つの過程を仮定することは Reichle, Rayner, & Pollatsek (1999, 2003, 2006 ; Reichle, Pollatsek, Fisher, & Rayner, 1998) が提案した E-Z Reader モデルで検討されている。E-Z Reader モデルは、読書中の眼球運動を制御する認知的な要因として単語の親密度を調べる過程 (Reichle et al., 2003 では L1 と呼ばれている) と単語の意味を検索する過程 (Reichle et al., 2003 では L2 と呼ばれている) を仮定している。このモデルと本研究で用いた課題との対応関係を考えると、本研究の結果は、言語知識の個人差が単語の親密度に関する判断（語彙判断課題における虚再認を指標とする）と意味に関わる深い処理（カテゴリー判断課題における反応時間を指標とする）の両者に影響を及ぼすことを示唆している。

次にワーキングメモリ容量の個人差と単語レベルの理解に伴う処理の関連性について考察する。本研究の語彙判断課題ではワーキングメモリ容量の低い人ほど同音異字語の存在する単語に対する反応時間が長かった。一方、同音異字語の存在しない単語についてはワーキングメモリ容量の個人差は影響しなかった。本研究では同音異字語が存在する単語を理解する際、音韻表象から生じる語彙的曖昧性によって複数の単語の意味が検

索されることを仮定していた。また、検索された複数の意味解釈の保持のために十分なワーキングメモリ容量が必要であると考えていた。ワーキングメモリ容量の高低によって、同音異字語の存在する単語の反応時間が変動したことはこの仮説を支持している。ここで、漢字とひらがなの表記に関わらずに、同音異字語の存在する単語の処理にワーキングメモリ容量の個人差が影響したことは興味深い。この結果は、漢字で表記された単語が、ひらがなで表記された単語と同じように、音韻表象が構築されるとともに、音韻表象を基に単語の意味検索がなされることを示唆している。

研究 5 の結果よりワーキングメモリ容量と言語知識は、単語の語彙判断にそれぞれが異なる影響を及ぼすことが示唆された。この知見は、従来のワーキングメモリ容量のみもしくは言語知識のみを文章理解の個人差を説明する変数として扱ってきた研究になかったものである。

言語知識は、単語の意味検索過程に影響することが示唆された。また、漢字で表記された非単語においてもその影響が見られた。日本語のような漢字仮名混じり表記の言語においては、漢字で表記された単語に関する判断が重要になると考えられるが、言語知識はその過程で役立つと考えられる。

ワーキングメモリ容量は、同音異字語のある単語の処理に見られるように複数の意味表象の保持過程に影響すると考えられる。日本語のように多くの同音異字語を持つ言語においては、文脈と関連のない意味を一度、保持した上で、次々に適切な意味を選択する必要があると考えられるので、ワーキングメモリ容量も単語レベルの理解にとって重要であることを示唆している。

1 2. 研究 6（文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響 1：単語の出現頻度効果の検討）

1 2－1. 目的

研究 6 および研究 7 は、文理解課題を用いて言語知識とワーキングメモリ容量の個人差が文理解中のどのような処理に影響するのかを検討する。特に研究 6 は、文を構成する単語の出現頻度に注目し、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文理解過程における頻度効果にどのような影響を及ぼすのかを検討する。

先行研究では出現頻度の低い単語を含む文は、出現頻度の高い単語を含む文に比べて読み時間が長くなることが知られている。また、単語ごとの読み時間を調べると、出現頻度を操作した単語に加えて、その次の単語の読み時間も影響を受けることが示されている（Rayner & Duffy, 1986）。

従来の研究では、文理解過程における頻度効果の個人差とワーキングメモリ容量や言語知識の個人差との関連性は検討されていない。本研究の研究 4 で文章読解中の眼球運動を指標にした場合、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は文章理解過程に独立した影響を及ぼすことが示唆されている。本研究では前後の文脈のない単文で刺激を提示するだけでなく、文の統語構造を一定に保つ。これによって他の影響を極力排除した形で、単語の出現頻度が文理解に及ぼす影響の大きさにワーキングメモリ容量や言語知識が関わるかどうかを検討する。

4－2－2－1 で論じたように、2 要因モデルの枠組みでは単語の出現頻度の効果にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が及ぼす影響について二つの可能性を考える。第 1 に、単語の頻度効果は言語知識の個人差と関連するが、ワーキングメモリ容量の個人差とは関連しないと仮定する。言語知識は言語に関する経験によって蓄積された知識の総称であることを仮定しているため、言語経験に関する要因は言語知識の個人差の影響を受けると考える。研究 6 で注目する単語の出現頻度は読み手が単語に直面する経験

に影響すると考えられることから、言語知識の低い人ほど出現頻度の低い単語を含む文の理解が困難になると考えられる。一方、言語知識の高い人は出現頻度の高い単語に加えて頻度の低い単語を読む経験も十分にあるため、出現頻度の低い単語によって生じる困難さは比較的小さくなると考えられる。また、ワーキングメモリ容量は言語の経験に依存した個人差ではないと考えられるので、単語の出現頻度の効果とは直接的な関連性を持たないと考えられる。

第 2 に単語の出現頻度の効果の大きさにはワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が相互作用的に影響すると仮定する。まず第 1 の仮説と同様に、単語の出現頻度の効果の大きさは言語知識が高い人ほど小さくなると仮定する。さらに第 2 の仮説では文理解中の処理がワーキングメモリ容量を消費することを仮定する。この二つの仮定を組み合わせると出現頻度の低い単語に対する高い処理負荷が生じて、それを行うだけの十分なワーキングメモリ容量を読み手が持つ場合には、困難度は低いと考えられる。また、読み手のワーキングメモリ容量が低かったとしても言語知識が高ければ、出現頻度の低い単語の処理負荷が小さく、文全体の理解に伴う困難度も低いと考えられる。したがって、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が相互作用的に単語の出現頻度の効果に働くと仮定すると、ワーキングメモリ容量と言語知識の測定課題の成績に関して、両者が低い人だけが出現頻度が低い単語の文の理解に著しく高い困難さを示すことが考えられる。

2 要因モデルとは異なり、言語的認知容量を仮定するモデルはワーキングメモリ容量の固定的な容量を認めず、言語的な知識の個人差で文理解成績を予測すると考えられる。上記の 2 要因モデルによる予測でも論じたように、単語の頻度効果は言語的な経験と直接的に関連すると考えられるので、言語的認知容量の個人差は単語の出現頻度効果に影響すると考えられる。ここで注意したいのは、2 要因モデルではワーキングメモリ容量を測定していると仮定された課題は、言語的認知容量を仮定するモデルでは他の言語的な知識を測定する課題と同様に言語的認知容量の個人差として扱われることである。つまり、2 要因モデルで示した第 1 の可能性とは異なり、いわゆるワーキングメモリ課題（つまりリーディングスパンテスト）の個人差と言語的な知識を測定する課題の個人差はどちらも単語の出現頻度効果の大きさに影響することが予測される。

1 2－2．方法

1 2－2－1．被験者

早稲田大学の大学生 37 人(男性 15 名, 女性 22 名, 平均年齢 21.1 歳, $SD = 2.4$)が参加した。研究 6 の被験者のうち 35 名は研究 2 の参加者と同一だった。研究 6 では研究 4 と同様に, ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差はリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の中央値に基づく高低のカテゴリーに群分けしてグループごとの正答率や読み時間を検討した。ワーキングメモリ容量に関してはリーディングスパンテスト得点が 3.0 以下の被験者を低ワーキングメモリ容量群, 3.5 以上の被験者を高ワーキングメモリ容量とした。また, 言語知識に関しては百羅漢テスト得点が 68 点以下の被験者を低言語知識群, 69 点以上の被験者を高言語知識群とした。表 1 2－1 に各グループの人数とリーディングスパンテスト得点, 百羅漢テスト得点の平均を示す。なお, リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の間には有意な相関は見られなかった ($r = -.05, p > .10$)。

表 1 2－1

各グループのリーディングスパンテストと百羅漢テストの平均得点

ワーキングメモリ		リーディングスパンテスト		百羅漢テスト
容量	言語知識	人数	平均 (SD)	平均 (SD)
高	高	8	4.0(.6)	74.9(4.0)
高	低	8	3.9(.6)	55.3(8.4)
低	高	11	2.2(.3)	76.4(4.4)
低	低	10	2.2(.3)	59.5(5.3)
全体		37	3.1(1.0)	68.5(8.7)

1 2 - 2 - 2. 材料

1 2 - 2 - 2 - 1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストに使用された項目は前章までの研究と同じだった。

1 2 - 2 - 2 - 3. セルフペーストリーディング課題

研究 6 では刺激として出現頻度の異なる単語のペアを埋め込んだ文を作成した。文の統語構造の複雑さや先行文脈による影響を統制するため、刺激文は単文でいずれも二重目的語を取る動詞を含んでいた。本実験で使用した刺激文と読み終えた後の理解問題の例を表 1 2 - 2 に示す。刺激文は五つの文節より構成されており、第 1 文節に主語名詞句、第 2 文節に副詞句、第 3 文節に間接目的語名詞句、第 4 文節に直接目的語名詞句、第 5 文節に動詞が提示された。第 4 文節に高頻度語（天野・近藤, 2001 の朝日新聞を対象とした単語頻度コーパスにおいて頻度 44000 以上の単語、出現頻度の平均 83075, $SD = 66210$ ）が提示される文を出現頻度高条件、同じ位置に低頻度語（天野・近藤, 2001 において頻度 1 の単語）が提示される場合を出現頻度低条件とした。第 3 文節の間接目的語には、どちらの条件でも高頻度の高い名詞（天野・近藤, 2001 において頻度 10000 以上の単語、出現頻度の平均 62169, $SD = 35520$ ）が提示された。第 4 文節以外の単語は二つの条件の文で全て同じだった。このような文のペアを 16 組作成した。文のペアのうち半数は出現頻度高の文として、残りは出現頻度低の文として被験者に提示された。刺激文と文タイプの組み合わせはラテン方格デザインを用いて一人の被験者は 16 組の文をいずれかの文タイプで一度だけ読んだ。また、被験者が実験の意図に気付かないように、本実験の刺激文とは異なる文構造を持つ文 64 文がダミーの刺激文として提示された。

表 1 2 - 2

研究 6 で用いた刺激文と理解問題の例

条件	文節				
	1	2	3	4	5
出現頻度高	エースが	突然	監督に	問題を	訴えた。
出現頻度低	エースが	突然	監督に	背痛を	訴えた。
理解問題	コーチに訴えた？（正答は「いいえ」）				

注：第 4 文節の名詞の出現頻度が操作されている。

1 2 - 2 - 3. 装置

セルフペーストリーディング課題の刺激文の提示と反応測定には PowerMac7600/120 と PsyScope Ver.1.25 (Cohen, MacWhinney, Flatt, & Provost, 1993) および PsyScope に付属のボタンボックスを使用した。

1 2 - 2 - 4. 手続き

研究 6 の被験者のほとんどは、研究 2 の被験者と同じだった。そのため研究 2 に参加した被験者のリーディングスパンテスト得点ならびに百羅漢テスト得点は研究 2 を実施した際に測定したデータを使用した。研究 2 に参加していない 2 名の被験者については、前章までと同様の手続きでリーディングスパンテストと百羅漢テストを実施した。研究 2 と研究 6 の実施は最長で約 3 週間離れていた。

1 2 - 2 - 4 - 1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストの実施手続きは前章までの研究と同じだった。

1 2 - 2 - 4 - 2. セルフペーストリーディング課題

被験者は自分のペースで自然に理解しながら文節ごとに提示される刺激文を読むことを教示された。図 1 - 1 で示した刺激提示の流れを図 1 2 - 1 として示す。まず、画面に各文節の文字数と同じ数のドット（・）が提示された。次に、被験者がボタンボック

スの「すすむ」に対応するボタンを押すと第 1 文節の位置にあるドットが刺激文の第 1 文節の文字列に変わった。被験者が第 1 文節を読み終えてもう一度ボタンを押すと、第 1 文節は再びドットになり、第 2 文節の位置のドットが刺激文の第 2 文節の文字列にかわった。被験者はこれを繰り返して文の最後（つまり「。」）を読んだ。文末の句点は最終文節と同時にではなく、最終文節が提示された後に単独で提示された。被験者が文を読み終えたところでもう一度ボタンを押すと、直前に読んだ文の内容に関する理解問題が提示された。被験者は問題に「はい」または「いいえ」のボタンを押して答えた。問題に答えた後で被験者の必要に応じて短い休憩をはさんだ。本試行を始める前に 8 試行の練習を行い、被験者が文の提示方法や問題への解答方法を理解していることを実験者が確認した。全ての文を読み終えるのに必要な時間は約 20 分だった。

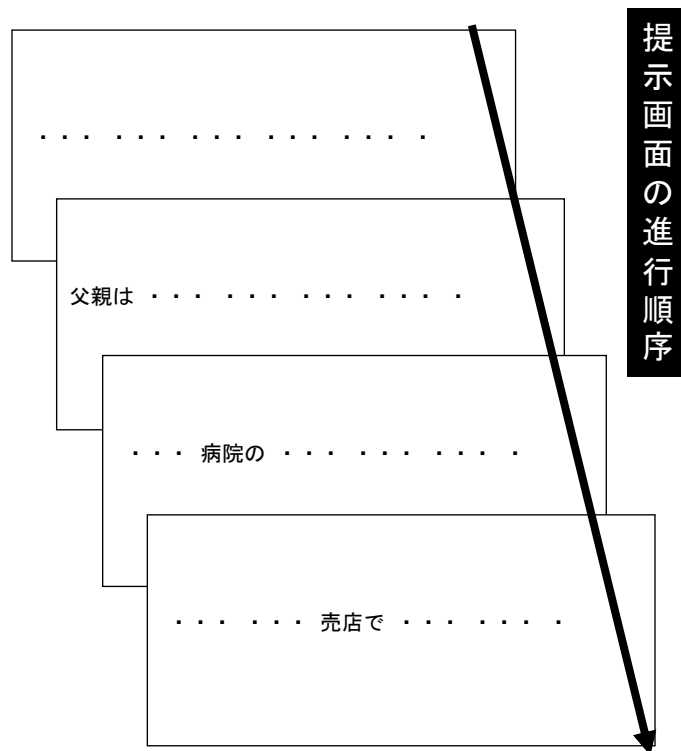


図 1 2 - 1

セルフペースとリーディング課題における各文節の提示方法

被験者の各文節の読み時間は、各文節の視覚提示から被験者のボタン押しまでの時間とした。刺激文の各文節は視覚的な長さ（文字数）と音韻的な長さ（モーラ数）にばらつきがあった。先行研究において、どちらの長さも読み時間に影響することが示されているため（Trueswell et al., 1994; Mazuka, Kondo, & Itoh, 1997），これらの影響を統計

的に取り除いた残差読み時間を計算して分析の際の指標とした。以下では、残差読み時間を計算する手続きを述べる。(手続きの詳細については, Mazuka et al., 1997 も参照)。

$$(1) \text{読み時間(測定値)} = a \times \text{モーラ数} + b \times \text{文字数} + \text{切片}$$

$$(2) \text{読み時間 (推定値)} = a(\text{推定値}) \times \text{モーラ数} + b(\text{推定値}) \times \text{文字数} + \text{切片(推定値)}$$

$$(3) \text{残差読み時間} = \text{読み時間 (測定値)} - \text{読み時間(推定値)}$$

第1に各文節の読み時間(測定値)と各文節のモーラ数と文字数を上記(1)の回帰方程式に代入して a , b , および切片の推定値を求めた。第2に(1)で求めた a , b , 切片の推定値と各文節のモーラ数と文字数を(2)に代入して読み時間(推定値)を計算した。第3に(3)に示すように読み時間(測定値)と読み時間(推定値)の差として残差読み時間を計算した。残差読み時間を求める際には被験者ごとに計算した。また、残差読み時間の推定精度を上げるために、ダミーとして提示した文と実験で検討した刺激文の読み時間を使用した。残差読み時間は測定された読み時間から各文節の音韻的・視覚的長さの影響と各被験者の基本的な反応速度の影響が寄与する部分が取り除かれていると仮定した。つまり、残差読み時間が長いほどその文節の処理に高い負荷がかかっていると考えた。

1 2 - 3. 結果

以下では、理解問題の成績と各文節の残差読み時間を対象に分散分析を行った結果を述べる。分散分析では被験者をランダム要因にした場合(以下では被験者分析と呼ぶ。 F 値について F_1 を用いる)と刺激文をランダム要因にした場合(以下では項目分析と呼ぶ。 F 値として F_2 を用いる。)の両者の結果を示す⁷。

1 2 - 3 - 1. 理解問題の成績

文を読み終えた後の理解問題の成績に関して、各グループの条件ごとの平均正答率を表1 2 - 3に示す。正答率を従属変数とし、ワーキングメモリ容量(高・低)と言語知

⁷ 被験者をランダム要因とした場合に加えて刺激文をランダム要因とするのは、得られた結果に関して被験者だけでなく刺激文についての一般化可能性を検証するためである(Clark, 1973)。このような検定方法は、心理言語学の分野でよく用いられる。

識（高・低）を被験者間要因，文タイプ（出現頻度高・出現頻度低）を被験者内要因とする 3 要因分散分析を行った。その結果，文タイプの主効果が有意であり，出現頻度低の文は出現頻度高の文よりも理解問題の成績が低かった ($F_1(1,33) = 12.41, p < .01$, $F_2(1,30) = 4.46, p < .05$)。さらに，文タイプと言語知識の交互作用が有意だった ($F_1(1,33) = 12.41, p < .01$, $F_2(1,30) = 4.46, p < .05$)。LSD 法による多重比較を行ったところ，出現頻度低の文の成績が出現頻度高の文よりも低くなるのは低言語知識群のみであり，高言語知識群では文タイプの効果は有意ではなかった。

表 1 2 - 3

各グループの理解問題の平均正答率

ワーキングメモリ容量	言語知識	出現頻度高	出現頻度低
高	高	.95 (.09)	.88 (.20)
高	低	.97 (.06)	.86 (.14)
低	高	.95 (.08)	.89 (.14)
低	低	.98 (.05)	.86 (.19)

注: () 内の数字は SD

1 2 - 3 - 2. 読み時間

読み時間の分析では，各文節について 1 2 - 2 - 4 - 2 で求めた残差読み時間を従属変数とし，ワーキングメモリ容量（高・低）と言語知識（高・低）を被験者間要因，文タイプ（高頻度語文・低頻度語文）を被験者内要因とする 3 要因分散分析を行った。図 1 2 - 2 (A) から (D) に各グループの残差読み時間の文節間の推移を示す。分散分析の結果，第 1 文節から第 3 文節においては有意な主効果および交互作用は見られなかった。単語の出現頻度を操作した第 4 文節では文タイプの主効果が有意であり，出現頻度低の文 (75msec) は出現頻度高の文 (-73msec) よりも残差読み時間が長かった ($F_1(1,33) = 24.62, p < .001$; $F_2(1,30) = 22.23, p < .001$)。

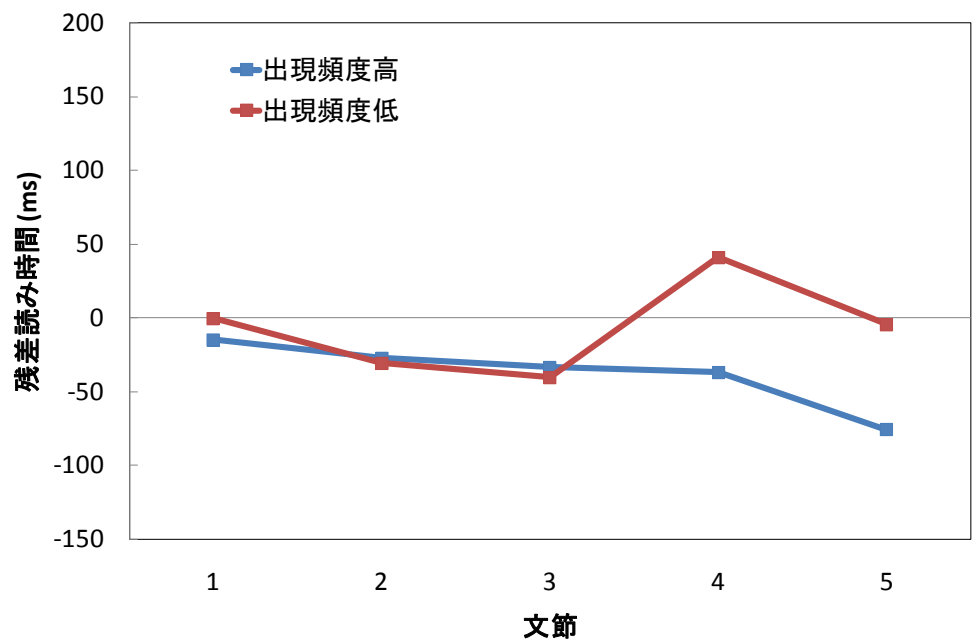


図 1 2 - 2 (A)

高ワーキングメモリ容量・高言語知識群の残差読み時間

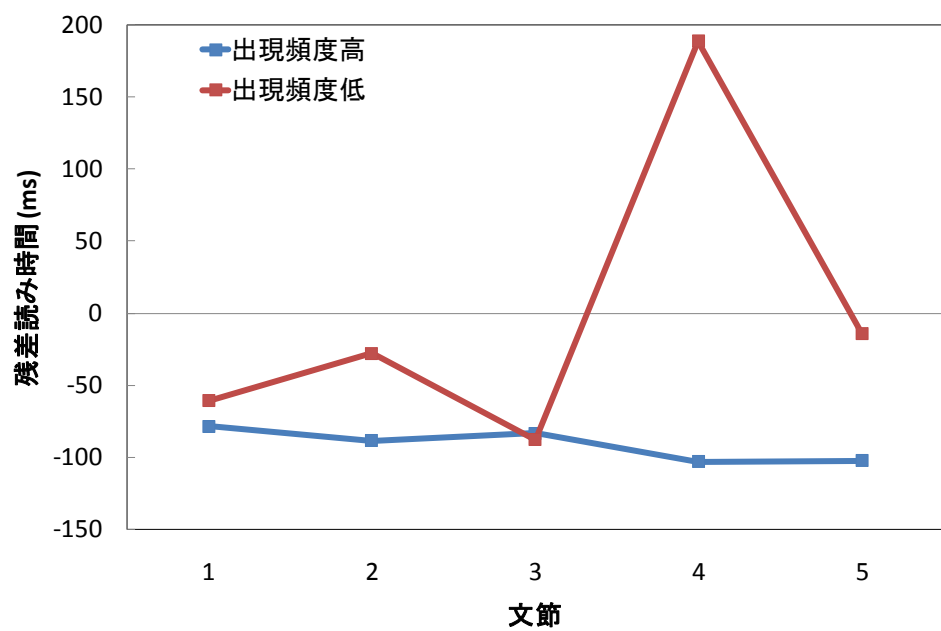


図 1 2 - 2 (B)

高ワーキングメモリ容量・低言語知識群の残差読み時間

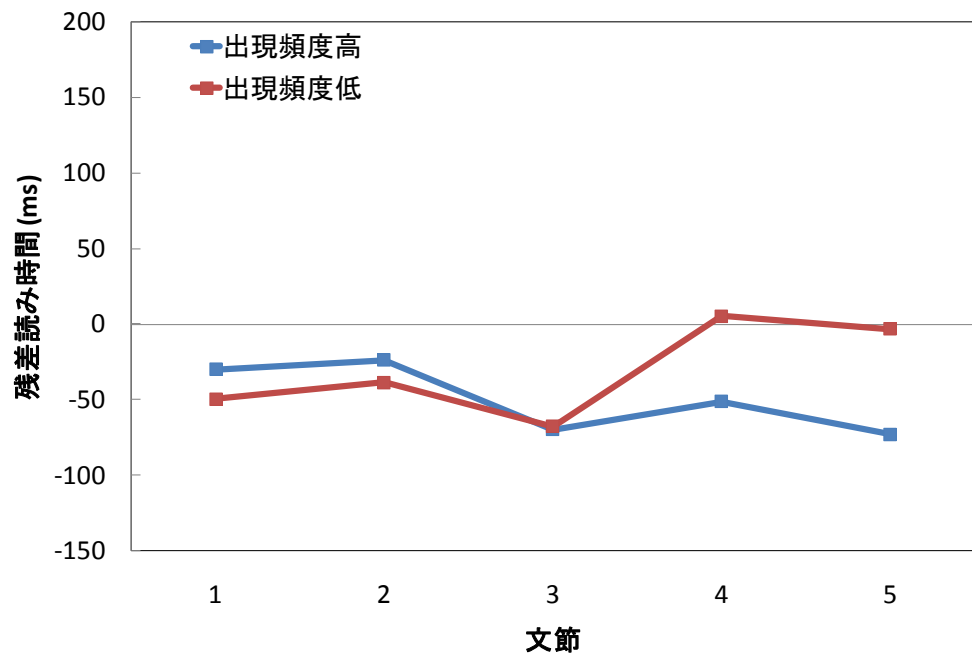


図 1 2 - 2 (C)

低ワーキングメモリ容量・高言語知識群の残差読み時間

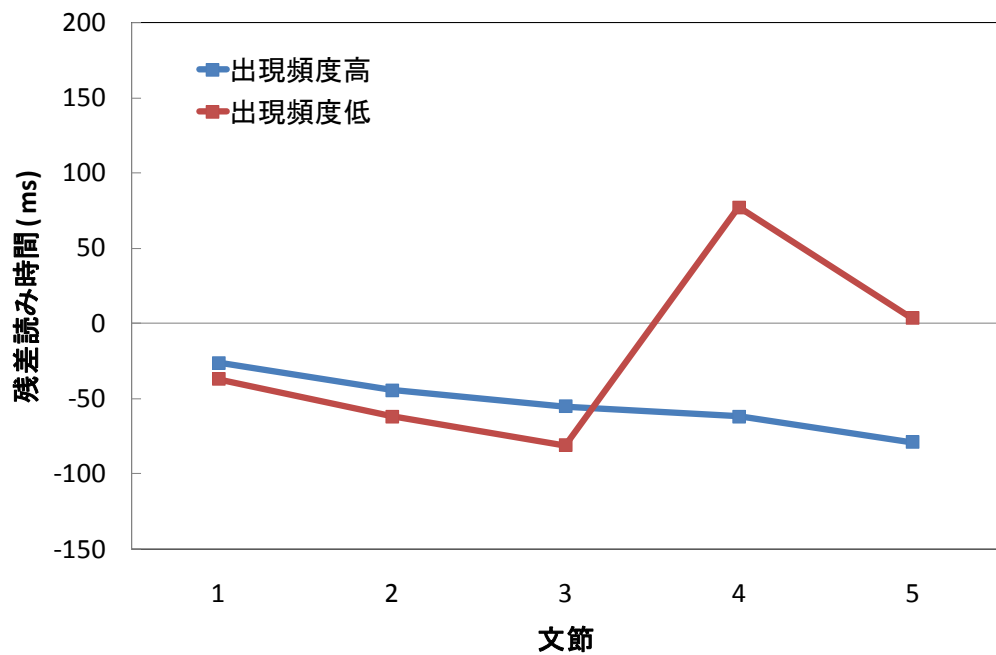


図 1 2 - 2 (D)

低ワーキングメモリ容量・低言語知識群の残差読み時間

さらに、文タイプと言語知識の交互作用が有意だった ($F_1(1,33) = 4.47, p < .05$; $F_2(1,30) = 15.49, p < .001$)。多重比較の結果、出現頻度低の文が出現頻度高の文より

も残差読み時間が長くなるのは、低言語知識群（図 1 2 - 2 (B) および (D)）だけだった。高言語知識群（図 1 2 - 2 (A) および (C)）では文タイプの効果が有意ではなかった。ワーキングメモリ容量の主効果およびワーキングメモリ容量を含む交互作用は有意ではなかった。第 5 文節では文タイプの主効果のみが有意であり、出現頻度低の文（-1.5msec）は出現頻度高の文（-73msec）よりも残差読み時間が長かった（ $F(1,33) = 13.57, p < .001$; $F(1,30) = 21.55, p < .001$ ）。他の主効果および交互作用は有意ではなかった。

1 2 - 4 . 考察

研究 6 ではセルフペーストリーディング法を用いた文理解課題において単語の出現頻度が及ぼす効果の大きさと言語知識・ワーキングメモリ容量の個人差が関連性を検討した。

その結果、文を読んだ後の理解問題成績と文理解中の読み時間のいずれの指標を用いた場合でも、単語の出現頻度の効果は言語知識の個人差との関連性が見られた。一方、ワーキングメモリ容量の個人差は、単語の出現頻度の効果に影響しなかった。このような結果は 2 要因モデルが仮定するように、言語知識とワーキングメモリ容量の個人差が文理解に及ぼす影響の様式が異なることを示唆している。言語的認知容量のみの個人差を考慮するモデルではリーディングスパンテスト、百羅漢テスト、文理解課題の成績が全て単一の言語的認知容量の個人差で説明される。したがって、リーディングスパンテストと百羅漢テストの得点の個人差はどちらも単語の頻度効果の大きさと関連することが予測されていたが、本研究の結果と一致しなかった。

2 要因モデルは、言語知識が言語に関連する経験によって蓄積されることを仮定している。また、単語の頻度効果は、読み手がその単語を理解する経験の多少に影響すると考えられる。これらの二つを組み合わせると、出現頻度の高い単語は読み手の経験の個人差に関係なく処理の困難度が低くなると考えられる。出現頻度の低い単語の場合、言語知識の高い、すなわち言語に関連した経験の多い読み手は、そのような単語に直面する経験を言語知識の低い読み手よりも多く持つため、処理に伴う困難度がそれほど高くないと考えられる。従来の研究では、単語の出現頻度が理解に伴う困難度に影響し、停留時間などの指標に現れることが知られていた（Rayner & Duffy, 1986）。本研究は、

Rayner & Duffy (1986)の知見を拡張して、単語の出現頻度の効果は言語知識の個人差によって変動することを示唆している。

以上のように、研究6では単語の出現頻度の効果を指標にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討した。その結果、単語の出現頻度の効果は言語知識の個人差の影響を受けるが、ワーキングメモリ容量の個人差の影響は受けないことが示された。このような結果は2要因モデルによって説明されたが、言語的認知容量を仮定するモデルで説明することはできなかった。

1 3. 研究 7 (文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響 2 : かき混ぜ文の理解における検討)

1 3-1. 目的

研究 6 に続いて、研究 7 は文レベルの理解に言語知識とワーキングメモリ容量の個人差が及ぼす影響を検討する。特に研究 7 では、日本語の規範語順から単語を入れ替えた文（かき混ぜ文）を読む際の個人差について検討する。かき混ぜ文を利用する理由は以下の 2 点である。第 1 に以下で論じるように、かき混ぜ文の理解過程はいくつか異なる処理を含んでおり、処理の種類によってワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響が変わると考えられるためである。第 2 にかき混ぜ文の理解における言語知識とワーキングメモリ容量の個人差の影響は先行研究（神長，2003）で検討されているが、神長（2003）で見られた問題点（詳細は後述する）を改善することによって二つの認知的要因の個人差の効果をより詳細に検討できると考えたためである。以下では、日本語のかき混ぜ文の理解に伴う処理について検討した先行研究について概観する。次に 2 要因モデルと言語的認知容量を仮定するモデルによる予測を行う。

1 3-1-1. 日本語のかき混ぜ文の理解に伴う処理

日本語では（3 4）のような目的語を一つ取る動詞を持つ文において主語、目的語、動詞という語順が規範語順であると考えられているが（3 5）のように主語と目的語を入れ替えることも可能である。（3 5）のような場合をかき混ぜ（scrambling）と呼ぶ。

（3 4） 太郎が本を買った。

（3 5） 本を太郎が買った。

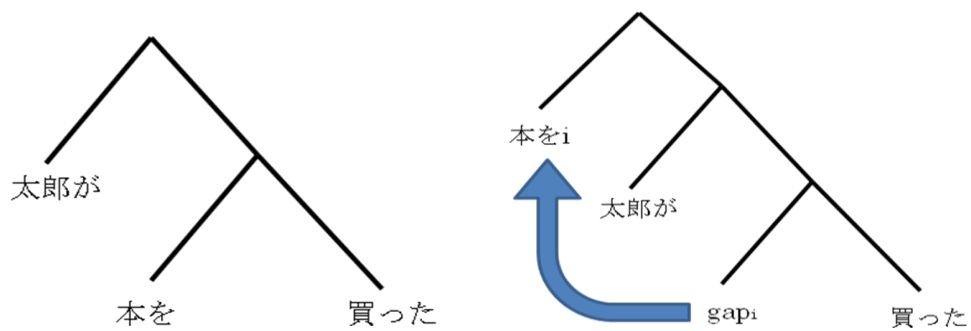


図 1 3 - 1

(34)「太郎が本を買った。」と(35)「本を太郎が買った。」の統語構造

注：図中の矢印は目的格名詞句（本を）の移動を示す。移動した後の位置には空所（gapi）が残ると考えられている。

図 1 3 - 1 に示されるように (35) のようなかき混ぜ文は (34) の規範語順文の目的語が文頭へと移動したと考えられている（かき混ぜ文の統語構造に関しては Nemoto, 1999 を参照）。

また、図 1 3 - 1 は日本語のかき混ぜ文が規範語順文と比較して複雑な文構造をとることを示している。そのため、かき混ぜ文の文理解過程における処理負荷が規範語順文のそれよりも高いことが仮定され、様々な実験によって検証されてきている。

Nakayama(1995)による文を読んだ後の単語再認課題による検討や Yamashita(1997)の文の読み時間測定による検討では、かき混ぜ文が規範語順文よりも処理が困難であるという仮説は支持されなかった。しかし、近年の研究ではかき混ぜ文の処理が規範語順文の処理よりも困難であることが困難度の評定 (Mazuka, Itoh, & Kondo, 2002), セルフペーストリーディング法による読み時間 (Mazuka et al., 2002 ; Miyamoto & Takahashi, 2002), 眼球運動測定による注視点の停留時間と逆行サッカードの生起 (Mazuka et al, 2002), 脳波測定による事象関連電位 (Ueno & Kluender, 2003) といった様々な指標を用いた研究で示されている。

先行研究では日本語のかき混ぜ文の理解を困難にする要因として、統語構造の頻度効果、統語的曖昧性の解消、フィラーと空所の依存関係の処理の三つが指摘されている

(Mazuka et al., 2002; Miyamoto & Takahashi, 2002, これらの要因については 4 - 2 - 2 も参照)。

第 1 の要因は統語構造の出現頻度である。かき混ぜ文は規範語順文と比較して非常に

頻度が低いことが報告されている (Yamashita, 2002)。単語の出現頻度が文理解に及ぼす影響 (Rayner & Duffy, 1986 および本研究の研究 6) から類推的に考察すると、統語構造の出現頻度の低い文は頻度の高い文に比べて理解が困難になると考えられる。

第 2 の要因は統語的曖昧である。(35) を先頭から単語ごとに順番に処理していくと、かき混ぜが起こっていることが分かるのは主格名詞句(太郎が)が出現した時点である。ただし目的格名詞句(本を)を読んだ時点においては、かき混ぜが起きているという解釈以外に(36)のように主格名詞句が省略されているという解釈も成立する。

(36) (φが) 本を買った。(φは空要素で文脈等から動作主を判断する。)

このように一時的に複数の統語構造が成り立つ場合に両者の構造を並列的に保持しながら文を読み進めることを仮定すると(34)のような規範語順文と比較して(35)のようなかき混ぜ文は複数の統語構造を同時に処理する必要性が生じるために処理負荷が高くなると考えられる。

第 3 の要因はフィラーと空所の依存関係の処理である。日本語のかき混ぜ文においては、フィラーである単語の同定と想起が全て空所の位置で起こる (Miyamoto & Takahashi, 2002)。(35) では主格名詞句の位置で目的格名詞句がかき混ぜによって移動していることが判明すると同時に、移動した目的格名詞句が想起されと考えられる。この仮定はかき混ぜ文を読むときの負荷の増大を示すような読み時間の増加が空所の直前の文節で現れることを予測している。

以上のように、かき混ぜ文の理解は様々な要因によって規範語順文よりも処理負荷が高くなると考えられている。

13-1-2. かき混ぜ文の理解における個人差

上述したように、かき混ぜ文の理解には様々な要因が影響すると考えられる。2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者がかき混ぜ文の理解に伴う処理に影響するが、各認知要因の個人差は異なる言語学的要因に働くと仮定する。

第 1 に統語構造の頻度の高低は、単語の出現頻度と同様、ある人がその統語構造に直面する経験に影響すると考えられる。したがって、言語経験を反映した言語知識の個人差と関連性を持つ可能性がある。上述したように、統語構造の出現頻度の効果が単語の出現頻度の効果と同じような性質を持つ可能性がある。よって、言語知識の高い人は、

統語構造の出現頻度が低いかき混ぜ文を処理する経験が比較的多くあるため、かき混ぜ文の理解の困難度がそれほど高くないと考えられる。一方、言語知識の低い人は、かき混ぜ文を処理した経験が少ないため、規範語順文の理解に比べてかき混ぜ文の理解に伴う困難度が高くなると考えられる。日本語のかき混ぜ文は空所が出現して、はじめてかき混ぜであることが判明する。これを考慮すると、規範語順文では言語知識の個人差の影響は見られないが、かき混ぜ文の空所にフィラーが挿入される位置（(35)では「太郎が」が出現した時点）において、言語知識が低い人ほど読み時間が長くなることが予測される。

第2に統語的曖昧性を含む文の処理にワーキングメモリ容量の個人差が影響することが示唆されている。MacDonald, et al. (1992) は、文理解において一時的に複数の統語構造の解釈が可能な場合、複数の構造が保持されるが、ワーキングメモリ容量の低い被験者は使用可能な資源が少ないために、単一の構造しか保持し続けることができないと論じている。これを考慮すると(35)のかき混ぜ文において、ワーキングメモリ容量の低い読み手は、容量の高い読み手よりも複数の解釈を保持するのにより高い負荷がかかると考えられる。かき混ぜ文において統語的曖昧性が生じるのは、目的格名詞句が提示される位置（(35)の「本を」が出現した時点）なので、ワーキングメモリ容量の低い人は高い人に比べて目的格名詞句の読み時間が長くなると予測される。

第3にフィラーと空所の依存関係の処理に関して、フィラーとして先に処理理解された名詞は空所が挿入される位置の出現までの間にワーキングメモリ内で保持される必要がある。ここで、他の単語の理解のためにワーキングメモリ容量が消費されるので、ワーキングメモリ容量の低い読み手は空所が挿入された時点でフィラーとなる単語の想起に時間がかかる可能性がある。したがって、主格名詞句が提示された時点（(35)では「太郎が」が出現した時点）でワーキングメモリ容量の低い読み手は高い読み手よりも読み時間が長くなることが予測される。

かき混ぜ文の理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は神長（2003）で検討されている。神長（2003）はセルフペーストリーディング課題において、以下の(37)のような規範語順文と(38)のようなかき混ぜ文を提示し、各文節の読み時間と文を読み終えた後の理解問題の成績にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が影響するかどうかを検討した。

(37) 会社で山本が裕子を冷やかした。

(38) 会社で山本を裕子が冷やかした。

その結果、(38) のようなかき混ぜ文の方が(37) のような規範語順文よりも文を読み終えた後の理解問題の成績が低かった。ただし、理解問題の成績にはワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響はみられなかった。また、各文節の読み時間を検討したところ、かき混ぜであることが判明する第3文節(上記の例では「裕子を」または「裕子が」)においてかき混ぜ文の読み時間は規範語順文よりも長かった。ただし、この文節では被験者の言語知識が影響しており、かき混ぜ文が規範語順文に比べて読み時間が長くなるパターンが統計的に有意となったのは言語知識の低い人だけだった。また、ワーキングメモリ容量の個人差は読み時間には表れなかった。言語知識の個人差の影響が目的格名詞句の位置で現れたという結果は、言語知識の個人差が統語構造の頻度効果に影響するという仮説を支持している。また、ワーキングメモリ容量の個人差の影響は見られなかった理由として、目的格名詞句の直後に主格名詞句が続いてかき混ぜ文であることがすぐに判明することを神長(2003)は挙げている。つまり、統語的曖昧性によって生じる複数の解釈を保持する時間が短く、空所が挿入される文節の直前にフィラーとなる単語があるのでワーキングメモリ容量への負荷が全体的に低かったためであると考えられる。そこで本研究は神長(2003)で用いた刺激文を変更して(39)のように目的格名詞句と主格名詞句が離れている場合を検討する。

(39) 銀行の裏口で警官を人ごみの間から慎重な犯人が監視した。

(39) では、目的格名詞句と主格名詞句との間に三つの文節(人ごみの間から慎重な)が挟まれており、目的格名詞句の位置で生じた文構造に関する複数の解釈を長く保持し続ける必要があるため、ワーキングメモリ容量への負荷が高まると考えられる。また、主格名詞句が提示されてかき混ぜ文であることが判明した時点で、フィラーとして想起すべき単語が空所から比較的離れているためフィラーを想起する負荷が高くなると考えられる。よって、目的格名詞句が提示されてから主格名詞句が提示されるまでの間と主格名詞句が提示される文節においてワーキングメモリ容量の低い読み手は容量の高い読み手よりも読み時間が長くなることが予測される。また(39) のようなかき混ぜ文においても(35) と(38) のようにかき混ぜ文における統語構造の頻度効果があ

ると考えられる。したがって、言語知識の低い人は高い人に比べて主格名詞句が提示される文節の読み時間が長くなることが予測される。

以上のような仮説と予測は 2 要因モデルのようにワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文理解過程に独立した影響を持つことを仮定して初めて成り立つ。言語的認知容量の個人差のみを仮定するモデルに基づけば、2 要因モデルでワーキングメモリ容量と言語知識を測定していると仮定された課題の個人差のいずれかのみが影響する処理があるとは考えられない。そのため、いずれの認知的要因の測度の個人差も目的格名詞句が出現した後や主格名詞句が提示される文節の読み時間に影響することが予測される。

1 3 - 2. 方法

1 3 - 2 - 1. 被験者

研究 6 と同一の早稲田大学の学生 37 名 (平均年齢 21.1 歳, $SD = 2.4$) が参加した。研究 7 でも研究 6 と同様に被験者のリーディングスパンテストおよび百羅漢テストの成績に基づき、それぞれの高低を組み合わせた 4 グループに分類した。分類の基準は研究 6 と同じだった。各群のリーディングスパンテストと百羅漢テストの成績は前章の表 1 2 - 1 に示されている。

1 3 - 2 - 2. 材料

1 3 - 2 - 2 - 1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストで使用される項目は前章までの研究と同じだった。

1 3 - 2 - 2 - 2. セルフペーストリーディング課題

研究 7 では単一の目的語をとる動詞を含む規範語順文とかき混ぜ文のペアを 20 セット作成した。刺激文と文を読んだ後の理解問題の例を表 1 3 - 1 に示す。刺激文として用いた規範語順文とかき混ぜ文では第 3 文節と第 7 文節に動詞の主語と目的語が提示された。規範語順文では主格名詞句が第 3 文節に先行して提示され、後の第 7 文節で目的格名詞句が提示された。一方、かき混ぜ文では目的格名詞句が第 3 文節で先行して提示されて、主格名詞句が後の第 7 文節で提示された。どちらのタイプの文においても文頭

に二つの文節が先行し、主格名詞句と目的格名詞句の間に三つの文節がはさまれていた。はさまれた三つの文節は第 7 文節の提示される名詞の修飾句または副詞句だった。20 ペアの刺激文のうち、半数は規範語順文として、残り半数はかき混ぜ文として被験者に提示された。刺激文と文タイプの組み合わせはラテン方格デザインを用いて、各被験者は各文をいずれかのタイプで一回だけ読んだ。また、本実験の刺激文とは異なる文構造を持つ文（64 文）がダミーの刺激文として提示された。

表 1 3 - 1

刺激文と理解問題の例

文節				
文タイプ	1	2	3	4
規範語順文	銀行の	裏口で	警官が	人ごみの
かき混ぜ文	銀行の	裏口で	警官を	人ごみの
文節				
文タイプ	5	6	7	8
規範語順文	間から	慎重な	犯人を	監視した。
かき混ぜ文	間から	慎重な	犯人が	監視した。
理解問題	犯人が警官を監視した？			
	(規範語順文の正答は「いいえ」、かき混ぜ文の正答は「はい」)			

1 3 - 2 - 3. 装置

実験刺激の提示と被験者の反応測定に用いた装置は研究 6 と同じだった。

1 3 - 2 - 4. 手続き

1 3 - 2 - 4 - 1. リーディングスパンテスト・百羅漢テスト

テストの実施手続きは前章までの研究と同じだった。

1 3 - 2 - 4 - 2. セルフペーストリーディング課題

課題の実施手続きは研究 6 と同じだった。

1 3 - 3. 結果

研究 6 と同様に、文を読み終えた後の理解問題の成績と各文節の残差読み時間を分析した。分散分析では被験者をランダム要因とした被験者分析（F 値に関して F_1 と表す）と刺激文をランダム要因とした項目分析（F 値に関して F_2 と表す）の両者を行った。

1 3 - 3 - 1. 理解問題の成績

各群の理解問題成績を表 1 3 - 2 に示す。ワーキングメモリ容量（高・低）と言語知識（高・低）を被験者間要因、文タイプ（規範語順文・かき混ぜ文）を被験者内要因とする 3 要因分散分析を行った。その結果、文タイプの主効果のみが有意であり（ $F(1,33) = 58.2, p < .001$, $F(1,38) = 10.2, p < .01$ ），かき混ぜ文は規範語順文に比べて理解問題の正答率が低かった。ワーキングメモリ容量と言語知識の主効果および交互作用は有意ではなかった。つまり、どの群もかき混ぜ文は規範語順文に比べて理解することが困難だった。

表 1 3 - 2

各グループの理解問題の平均正答率

ワーキングメモリ容量	言語知識	規範語順文	かき混ぜ文
高	高	.95 (.05)	.74 (.14)
高	低	.93 (.07)	.76 (.11)
低	高	.90 (.12)	.73 (.08)
低	低	.89 (.11)	.72 (.13)

注: () 内の数字は SD

1 3 - 3 - 2. 読み時間

読み時間の解析は理解問題に正答した試行のみを分析した。また、研究 6 と同様に、各文節の残差読み時間を指標とした。残差読み時間に関して、グループごとに各条件の

平均残差読み時間より 2.5SD 以上離れているデータは外れ値として分析から除外した。除外されたデータは全体の約 2.7% だった。各グループの文節ごとの残差読み時間を図 1 3-2 (A) から (D) に示す。各文節の残差読み時間を従属変数として、ワーキングメモリ容量 (高・低) および言語知識 (高・低) を被験者間要因、文タイプ (規範語順文・かき混ぜ文) を被験者内要因とする 3 要因分散分析を行った⁸。

その結果、第 1 文節ではいずれの主効果および交互作用も有意ではなかった。第 2 文節では言語知識の主効果が有意であり、高言語知識群は低言語知識群よりも残差読み時間が長かった ($F_1(1,33) = 4.53, p < .05, F_2(1,33) = 4.53, p < .05$)。第 3 文節ではいずれの主効果および交互作用も有意ではなかった。第 4 文節ではワーキングメモリ容量および文タイプの主効果が有意だった (それぞれ $F_1(1,33) = 10.03, p < .05, F_2(1,35) = 5.75, p < .01$; 文タイプの主効果は被験者をランダムとした場合のみ有意だった, $F_1(1,33) = 6.59, p < .05, F_2(1,35) = .69, p > .10$)。また、ワーキングメモリ容量と文タイプの交互作用が有意だった ($F_1(1,33) = 10.55, p < .01, F_2(1,35) = 8.81, p < .01$)。LSD 検定による多重比較を行ったところ、低ワーキングメモリ容量のグループ (図 1 3-2 (C) と (D)) では、かき混ぜ文は規範語順文よりも有意に読み時間が長かった ($p < .01$)。しかし、高ワーキングメモリ容量のグループ (図 1 3-2 (A) と (B)) では文タイプの効果は有意ではなかった ($p > .10$)。第 5 文節と第 6 文節では文タイプの主効果のみが有意であり、かき混ぜ文は規範語順文よりも読み時間が長かった (第 5 文節 $F_1(1,33) = 12.06, p < .01, F_2(1,33) = 21.51, p < .001$; 第 6 文節 $F_1(1,33) = 12.66, p < .01, F_2(1,37) = 19.09, p < .001$)。かき混ぜであることが判明する第 7 文節でも文タイプの主効果のみが有意だった ($F_1(1,33) = 8.98, p < .01, F_2(1,37) = 57.43, p < .001$)。文末の第 8 文節においては文タイプの主効果のみ有意であり、かき混ぜ文は規範語順文よりも読み時間が長かった ($F_1(1,33) = 11.68, p < .01, F_2(1,35) = 12.58, p < .01$)。

第 8 文節において、文タイプ以外の主効果および交互作用は有意ではなかったが、高ワーキングメモリ容量・高言語知識群 (図 1 3-2 (A)) における規範語順文とかき混ぜ文の残差読み時間の差は、他の 3 群に比べて小さい。これを検証するため、グループごとに文タイプの効果に関して t 検定を行った。その結果、高ワーキングメモリ容量・高言語知識群ではかき混ぜ文と規範語順文の残差読み時間の間に有意差が見られなかつ

⁸ 項目分析 (刺激文をランダム要因とした分散分析) では欠損値が生じたため、文節ごとに自由度が異なる。

た ($t_1(7) = -.79, p > .10, t_2(37) = -1.11, p > .10$)。しかし、その他の3グループでは、かき混ぜ文は規範語順文よりも有意に読み時間が長い傾向が見られた(低ワーキングメモリ容量・低言語知識群では項目分析のみ有意だった, $t_1(9) = -1.62, p = .14, t_2(37) = -2.40, p < .05$; 低ワーキングメモリ容量・高言語知識群, $t_1(10) = -2.31, p < .05, t_2(37) = -2.40, p < .05$; 高ワーキングメモリ容量・低言語知識群では被験者分析は有意傾向だった, $t_1(7) = -1.97, p = .09, t_2(36) = -2.34, p < .05$)。

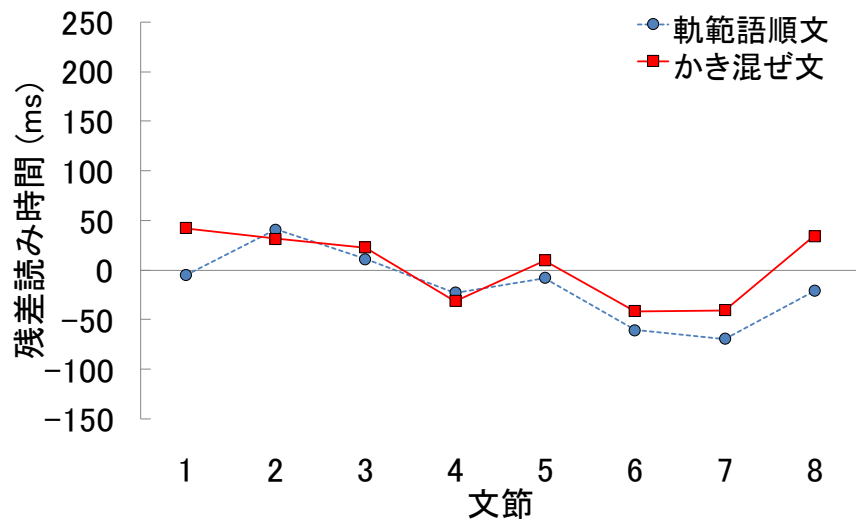


図13-2 (A)

高ワーキングメモリ容量・高言語知識群における各文節の残差読み時間

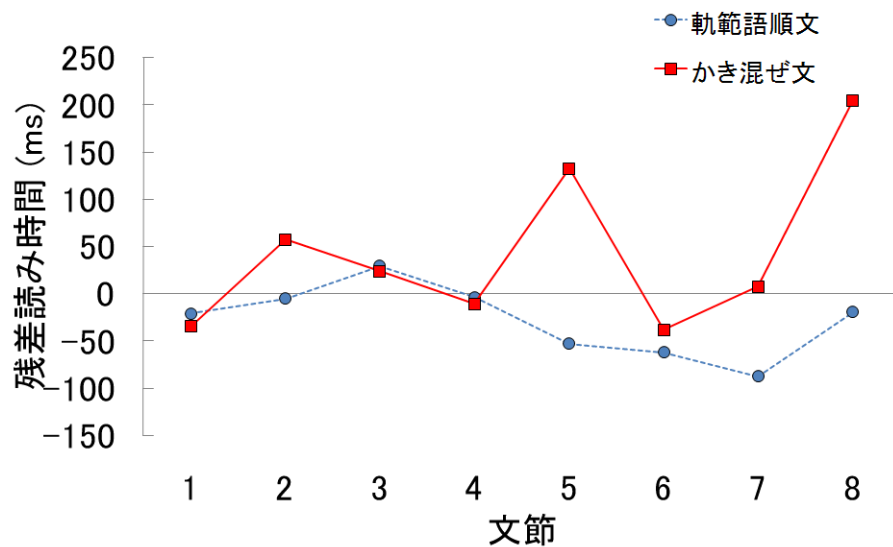


図13-2 (B)

高ワーキングメモリ容量・低言語知識群における各文節の残差読み時間

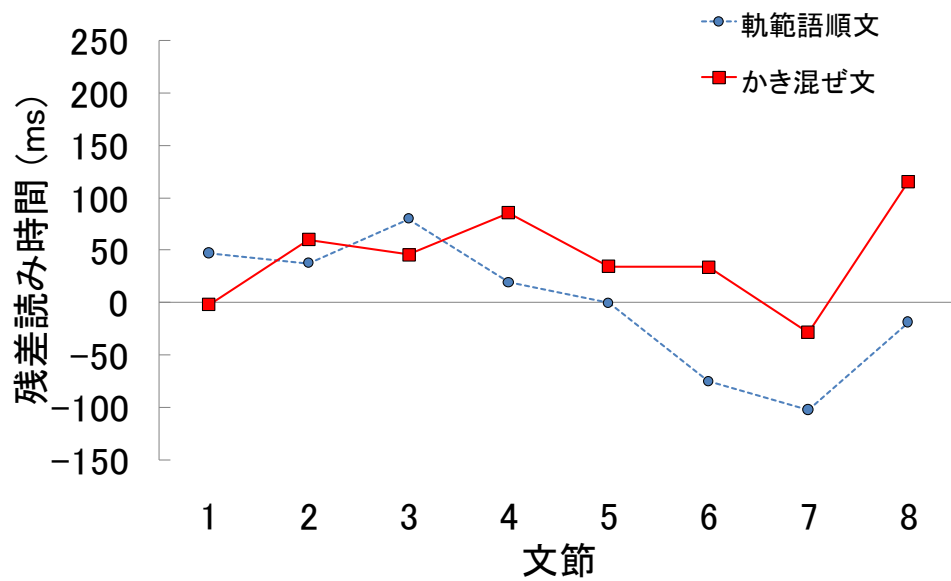


図 1 3 - 2 (C)

低ワーキングメモリ容量・高言語知識群における各文節の残差読み時間

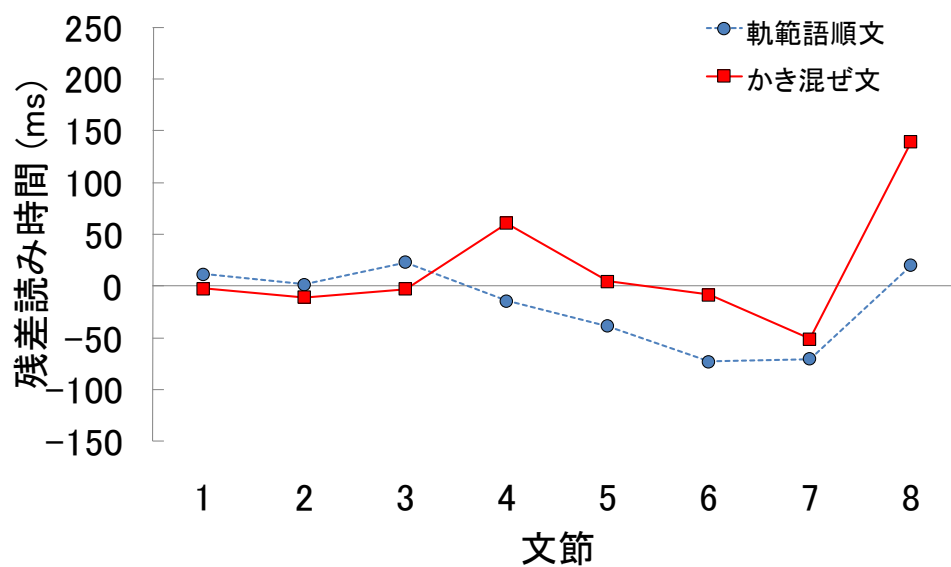


図 1 3 - 2 (D)

低ワーキングメモリ容量・低言語知識群における各文節の残差読み時間

1 3 - 4 . 考察

研究 7 は、かき混ぜ文の理解を通して、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が

どのように文理解過程に影響するのかを検討した。

実験の結果、文を読み終えた後の理解成績では文タイプの主効果のみが有意であり、どのグループにおいてもかき混ぜ文は規範語順文よりも理解が困難であることが示唆された。残差読み時間を指標とした場合、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者が見られた。第 1 にかき混ぜ文の第 4 文節においてワーキングメモリ容量の低いグループの残差読み時間はワーキングメモリ容量の高いグループよりも長かった。第 2 に第 8 文節において高ワーキングメモリ容量・高言語知識群の残差読み時間に文タイプの有意な効果は見られなかった。しかし、他の 3 グループにおいて、かき混ぜ文は規範語順文に比べて残差読み時間が長くなる傾向が見られた。

以上の結果から、残差読み時間に関してワーキングメモリ容量の個人差が見られるが、同じ指標に言語知識の個人差が見られたことやワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が交互作用的に残差読み時間に影響することは言語的認知容量のみを仮定するモデルよりも 2 要因モデルを支持していると考えられる。以下では目的で論じたかき混ぜ文の理解に伴う三つの要因についてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を考察する。

第 1 にワーキングメモリ容量の低い読み手は、規範語順文よりもかき混ぜ文で第 4 文節の読み時間が長かった。しかし、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、同じ文節で文タイプによる違いが見られなかった。この交互作用は一時的に統語的曖昧性が生じた場合の複数の文構造の保持に関わる負荷とワーキングメモリ容量の関連性として説明できる。

かき混ぜ文の第 3 文節で目的格名詞を読んだ時点では主格名詞句が省略されているという解釈と目的格名詞句がかき混ぜによって移動しているという解釈のどちらも可能である。この統語的曖昧性は第 7 文節で主格名詞句が示されるまで続くと考えられる。MacDonald et al. (1992) では、統語的曖昧性が生じる場合に全ての読み手が複数の統語構造を保持することを仮定している。また、ワーキングメモリ容量の低い読み手は後続の単語を処理しながら複数の統語構造を保持するのに必要なワーキングメモリ容量を持たないために、一方の解釈しか保持できないと考えている。この仮定に基づいて本研究の結果を解釈すると、ワーキングメモリ容量の低い読み手のグループは第 4 文節まで読み進めた時点でワーキングメモリ容量が不足して読み時間が増加したと考えられる。

また、この仮説はワーキングメモリ容量が高い読み手であっても、容量の限界に近い

水準でワーキングメモリ容量を使う場合にはワーキングメモリ容量の低い読み手と同じように読み時間が増加すると予測する。本研究の結果はこれにも一致しており、第 5 文節以降では全てのグループにおいてかき混ぜ文の読み時間が規範語順文よりも長くなった。

第 2 に第 7 文節では、全てのグループの読み手が規範語順文よりもかき混ぜ文を読む時間が長かった。ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響は次の第 8 文節に現れた。ワーキングメモリ容量と言語知識のどちらも高いグループでは、かき混ぜ文と規範語順文の読み時間に差が見られなかった。しかし、他の三つのグループでは、かき混ぜ文の方が規範語順文よりも読み時間が長くなる傾向があった。第 8 文節の動詞は文タイプによる違いがなかったので、第 8 文節における文タイプの効果は第 7 文節で生じた負荷の波及効果であると考えられる。この結果からワーキングメモリ容量と言語知識の両者が高い読み手は他のグループよりもかき混ぜ文による処理負荷が小さかったことを示唆している。第 7 文節では目的格名詞句が提示されて、かき混ぜ文であることが判明すると考えられていた。つまり、この位置では空所補うためのフィラーの想起が行われると考えられる。また、かき混ぜ文の統語構造の頻度は規範語順文よりも低い、その効果はかき混ぜであることが判明した時点で影響すると考えられる。既に論じてきたように、本研究はフィラーの想起にはワーキングメモリ容量の個人差が影響し、頻度効果には言語知識の個人差が影響すると仮定していた。よって、第 8 文節においてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が交互作用的にかき混ぜ文の読み時間に影響したことは二つの要因が働いていたことを示唆している。また、ワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用が見られたということは、両者が関連する処理によってワーキングメモリ容量が消費されることを示唆している。つまり、統語構造の頻度効果によって消費されるワーキングメモリ容量は言語知識の個人差によって変動する。さらに頻度効果によって消費された残りのワーキングメモリ容量でフィラーの想起を行わなければならない。これらを組み合わせると言語知識とワーキングメモリ容量の高い人だけがかき混ぜ文の理解をスムーズに行うことができると考えられる。

研究 7 の結果は、文レベルの理解に伴う様々な要因がワーキングメモリ容量もしくは言語知識の個人差の影響を受けることを示唆している。また、文理解中に行われる情報処理の性質によって、二つの認知的要因のどちらが影響するのかが決まることが示唆された。さらに、言語知識の個人差は頻度効果によって消費されるワーキングメモリ容量

に影響し、ワーキングメモリ容量は処理可能な全体量として処理の効率に影響すると考えられる。このような説明は 2 要因モデルのようにワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文章理解中の異なる過程へ影響することを仮定して初めて可能になる。一方、言語的認知容量のみを仮定するモデルでは研究 7 の結果を説明できなかった。

1 4. 補足研究 3 (文レベルの理解におけるワーキングメモリ容量の個人差の影響:聴覚提示した文の統語的曖昧性の解消過程の検討)

1 4-1. 目的

前章までの研究 1 から研究 7 では、文章理解における様々な処理にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差がどのように影響するのかを検討した。前章までの研究で用いられた文章理解課題に共通の特徴は刺激が視覚提示されたことであり、いわゆる読みにおける個人差が検討されてきた。補足研究 3 はワーキングメモリ容量の個人差が聴覚提示された文の理解の個人差と関連性するのかを検討する。

このような検討は本研究で提案する 2 要因モデルが視覚提示された刺激の読みの個人差のみを説明可能なのか、読み以外の言語理解過程の個人差も説明可能なのかを明らかにするために重要であると考えられる。視覚と聴覚という入力の変性からの、読みと聴きによる文章理解で異なる情報処理が行われることも考えられる。しかし、入力の方法は違っても文の統語構造に関する処理や文章レベルの推論に関わる処理に違いはないと考えられる。この考えと一致して、Palmer, MacLeod, Hunt, & Davidson(1985) は読みによる文章理解の成績が話し言葉の理解能力と高い正の相関関係 ($r = .82$) にあることを示している。また、Daneman & Carpenter (1980) は、テスト項目を視覚提示したリーディングスパンテストとテスト項目を聴覚提示したリスニングスパンテストの成績の間に高い正の相関 ($r = .80$) が見られることを報告している (リスニングスパンテストの詳細は 3-1-2-1 を参照)。これらの知見に基づけば、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は読みに限らず、聴覚提示された言葉の理解にも影響すると考えられる。

上述したように聴覚提示した言葉の理解にも読みと同様の個人差があると考えられるにも関わらず、従来の研究において話し言葉の理解の個人差の検討はほとんど検討されていない。この段階で二つの認知的要因の個人差を同時に検討することは、理論的に予

測が立たないばかりでなく、結果の解釈が複雑になりすぎる可能性がある。そのため補足研究 3 では二つの認知的要因のうち、ワーキングメモリ容量の個人差にまず注目し、話し言葉に含まれる統語的曖昧性の解消にワーキングメモリ容量の個人差が影響するかどうかを検討する。ただし、2 要因モデルでは言語知識が統語的曖昧性の解消に何らかの影響を及ぼすことも考えられることから（例えば神長・馬塚, 2002）、言語知識の高い人のみを被験者とすることで言語知識の個人差を統制した。

また、補足研究 3 では話し言葉の理解を検討するため、視覚文脈をあらかじめ提示して、視覚文脈に関連性のある文を続けて聴覚提示する。また、文を聞いている間の眼球運動を測定して視覚文脈の中のどのオブジェクトを見ているのかを計算する。あるオブジェクトを見ている確率は聴覚提示された文の情報と提示のタイミングに対応するように変動することが明らかにされており（Cooper, 1974; Tanenhaus, Spivey-Knowlton, Eberhard, & Sedivy, 1995）、聴覚提示された文の逐次的な理解を検討する有力な手法として心理言語学で近年注目されている（この手法は近年ビジュアルワールドパラダイムと呼ばれている。手法に関するレビューとして Tanenhaus & Trueswell, 2005, 2006 を参照）。補足研究 3 はこの手法を用いて統語的曖昧性の解消にワーキングメモリ容量の個人差が影響するのかどうかを検討した。この手法の一つの利点として、統語的曖昧性によって生じる複数の解釈を保持している間と統語的曖昧性を解消できる情報が提示されてからの被験者の反応を独立して検討できることが挙げられる。また別の利点として、被験者がどのような解釈をとっているのかを刺激文の提示のタイミングに合わせて検討することが可能である。つまり、被験者が複数の解釈を保持しているならば解釈のそれぞれに対応するオブジェクトを注視する確率が高まると考えられる。また、被験者が一つの解釈のみを保持して、後に解釈を切り替えたならば、それに対応するようにオブジェクトを注視する確率に変動すると考えられる。

統語的曖昧性の処理とワーキングメモリ容量の個人差の関連性について先行研究（MacDonald et al., 1992）および本研究の研究 7 の結果に基づくと、ワーキングメモリ容量の個人差は複数の解釈の保持に影響すると考えられる。一方、曖昧性が解消された際に正しい解釈に競合する解釈を抑制する効率にワーキングメモリ容量の個人差が影響すると論じた研究もある（Hasher & Zacks, 1988, 詳細については 3-1-4-2 を参照）。この仮定に基づくと、ワーキングメモリ容量の個人差は統語的曖昧性が解消される情報が提示された後に生じると考えられる。

1 4 - 2 . 方法

1 4 - 2 - 1 . 被験者

早稲田大学の大学生 21 名（男性 10 名，女性 11 名，平均年齢 20.7 歳，SD = 0.8）が参加した。補足研究 3 に参加した被験者は研究 3 にも参加しており，百羅漢得点を指標とした場合，高言語知識群に属していた（百羅漢テスト得点が 66 点以上，平均 74.8，SD = 5.8）。リーディングスパンテスト得点は研究 3 に参加した際の得点を使用し，3.5 点以上の高ワーキングメモリ容量群（9 名，平均 4.0，SD = .5）と 3 点以下の低ワーキングメモリ容量群（12 名，平均 2.3，SD = .3）に被験者を分類した。研究 3 と補足研究 3 の実施の間隔は約 6 か月だった。

1 4 - 2 - 2 . 材料

1 4 - 2 - 2 - 1 . 音声刺激

補足研究 3 では刺激として統語的曖昧性を含む名詞句を用いた。刺激の例を図 1 4 - 1 に示す。刺激では，第 1 文節の形容詞（例：黄色い）が直後の名詞（例：花）を修飾するか（以下，左枝分かれ構造），第 3 文節の名詞（例：手袋）を修飾するか（以下，右枝分かれ構造）が曖昧だった。図 1 4 - 2 に両者の解釈が指す絵の例を示す。この統語的曖昧性は名詞句の最後まで聞いても刺激句のみで解消することはできない。しかし，本研究では視覚文脈を統制して第 6 文節（例：ハンカチ）で曖昧性が解消するようにした（詳細は以下に示す）。音声刺激は日本語を母語とする男性のスピーチを文節ごとに録音し，各文節間の空白が 250msec になるように合成して作られた。各文節間の空白時間を一定にしたのは文のプロソディ（抑揚）や空白によって統語的曖昧性が解消されることを避けるためだった。第 6 文節において左枝分かれ構造または右枝分かれ構造に統語的曖昧性が解消されるような音声刺激を八つ作成した。その他に，実験の意図に気付かれることを避けるために行ったフィラー試行用に実験試行と同一の統語構造を持つ名詞句（16 試行分）と異なる統語構造を持つ名詞句（16 試行文）の音声刺激を合計 32 試行文作成した。フィラー試行の名詞句には「茶色い帽子」のように短く単純な統語構造を持つものや「青い長靴の下の黄色いジョーロ」のように長く複雑な統語構造を持つものがあつた。

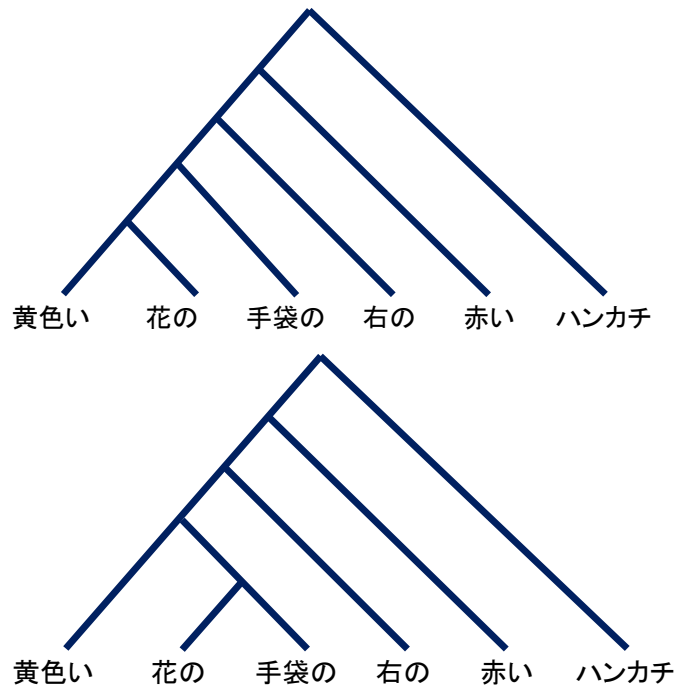


図 1 4 - 1

刺激として用いた名詞句の左枝分かれ構造（上）と右枝分かれ構造（下）の樹形図



図 1 4 - 2

「黄色い花の手袋」についての二つの解釈を示す絵の例

注：左が左枝分かれ構造（図 1 4 - 1 （上）），右が右枝分かれ構造（図 1 4 - 1 （下））に対応する。

1 4 - 2 - 2 - 2. 視覚刺激

各試行は一画面に八つのオブジェクトが提示された。オブジェクトは 3 x 3 の格子の中心を除いたそれぞれの位置に配置された。刺激の例を図 1 4 - 3 に示す。各画面は音

声刺激音声によって生じる統語的曖昧に関する左枝分かれ構造と右枝分かれ構造の解釈に対応する二つのオブジェクトが含まれていた。図 1 4 - 3 (上)においてランドマークオブジェクトは刺激文の右枝分かれ構造解釈に対応したオブジェクトであり、ランドマークに競合するオブジェクト(以下、ランドマーク競合オブジェクト)は左枝分かれ構造解釈に対応したオブジェクトである。ターゲットはランドマークオブジェクトに隣接するオブジェクトで、第 6 文節の名詞に一致していた。ターゲットに競合するオブジェクト(以下、ターゲット競合オブジェクト)はランドマーク競合オブジェクトに隣接しており、最終文節の名詞に一致しないため、左枝分かれ構造解釈が正しくないことを示すオブジェクトとなった。実際に被験者によって選ばれるオブジェクトはランドマークに隣接するターゲットオブジェクトだった。ランドマークオブジェクトおよびランドマーク競合オブジェクトとターゲットオブジェクトおよびターゲット競合オブジェクトが隣接する方向(上下左右)は画面ごとにカウンターバランスされた。フィラー試行では名詞句の曖昧性のどちらかの解釈に対応するオブジェクトのみが配置される画面(16 試行)とどちらの解釈にも対応しないオブジェクトのみで構成される画面(16 試行)があった。実験試行と同一の統語構造を持つ名詞句が提示される試行では、視覚刺激として左枝分かれ構造または右枝分かれ構造のいずれか一方と一致するオブジェクトを含む画像を作成した。この操作によって名詞句の統語的曖昧性が生じるのを避けた。

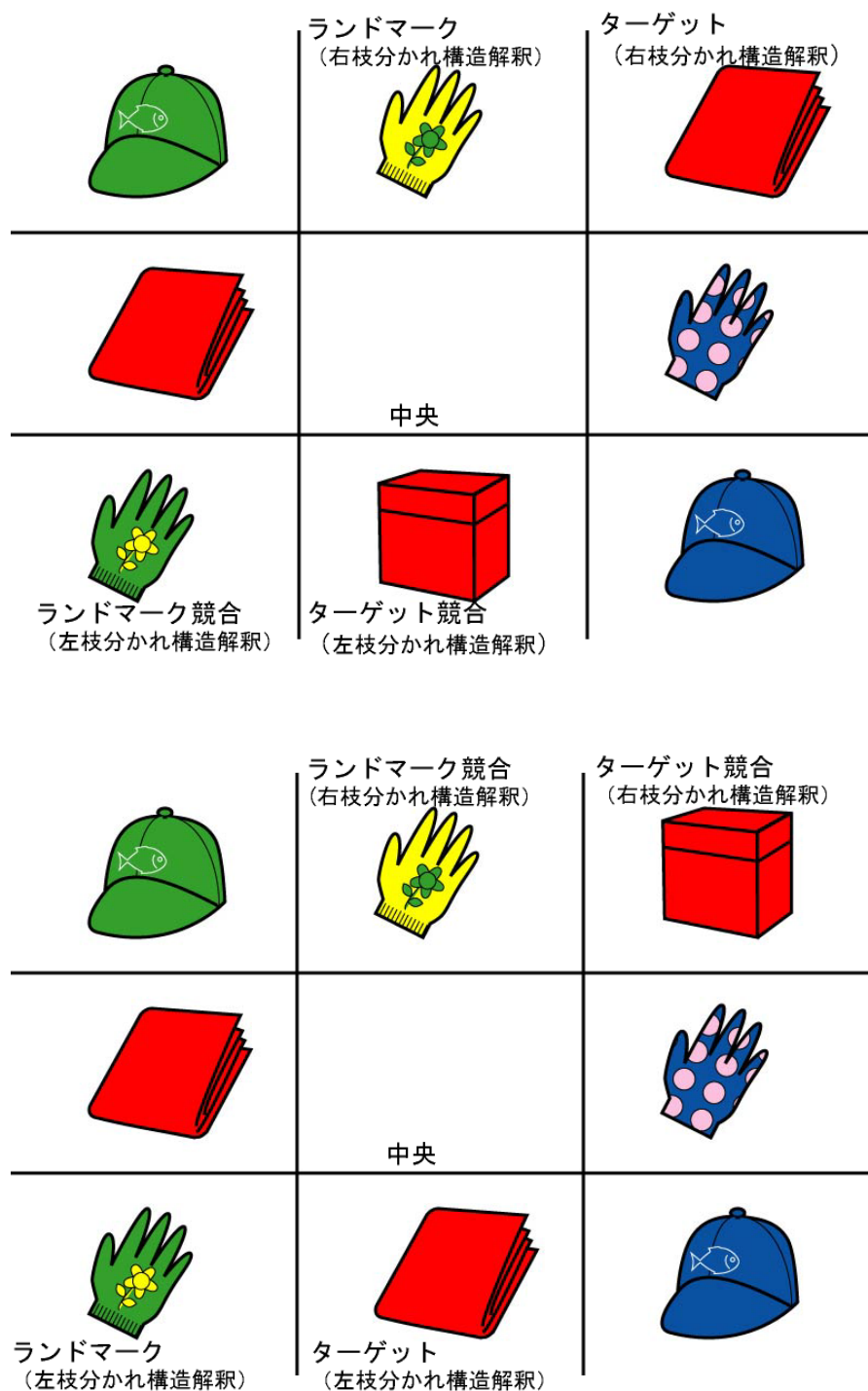


図 1 4 - 3

刺激画像の例（上は右枝分かれ構造条件，下は左枝分かれ構造条件）

注：上記の二つの画面に対応する刺激文は「黄色い花の手袋の右の赤いハンカチ」だった。

1 4 - 2 - 3. 装置

実験刺激の提示および被験者の反応測定は、Windows PC (Dell XPS600) を使用した。また、被験者の眼球運動測定には SR-Research 社製 EyeLinkII システムを用いた。システムの詳細ならびに測定精度等は研究 4 と同じだった。また、音声刺激は Shure 製ヘッドフォン E5c を用いて被験者に提示された。音声を提示するボリュームは被験者ごとに聴きやすいレベルに実験前に調整してもらった。被験者の反応は EyeLinkII システムに接続されたゲームパッド (Microsoft 社製 SideWinder Plug & Play Game Pad) を使用して記録した。

1 4 - 2 - 4. 手続き

被験者は、八つのオブジェクトが配置された画面を見て、続いて提示される音声刺激の指すオブジェクトを選ぶことを教示された。その際、被験者の眼球運動が測定された。

教示を行った後で、被験者は眼球運動測定カメラをつけずに練習プログラム (32 試行) を行った。この練習プログラムは画面のオブジェクトの位置 (3 x 3 の格子の中心以外の 8 つの位置) と反応を記録するためのゲームパッドのボタンの対応関係を学習するために行われた。練習プログラムの後で実験者は被験者の頭部に眼球運動カメラを装着させ、カメラの位置とフォーカスの調整および 9 点のキャリブレーションを行った。キャリブレーションの手続きは研究 4 と同じだった (1 0 - 2 - 4 - 2 を参照)。キャリブレーションは SR-Research が設定した基準 (眼球運動測定の平均空間解像度が視角で 1° を下回ること) に達するまで続けられた。

本試行では最初に注視点が提示されて、被験者の視線が注視点にあることを実験者が確認した後でオブジェクトの画面が提示された。オブジェクトの画面が提示されてから 2.3 秒後に音声刺激が提示された。被験者は刺激文が指すオブジェクトを探して、オブジェクトの位置に対応するボタンを押した。ボタン押しは刺激音声の提示中、終了後に関わらず、オブジェクトの位置が確実に分かった時点で即座に押すことが強調された。

本試行を始める前に 2 試行の練習を行って被験者が教示を理解していることを確認した。また、本試行を行う際にはあごのせ台を使用して、被験者の頭部の動きを抑えるとともに頭部に装着したカメラの重量による負担を軽減した。全ての試行を終えるのに必要な時間は約 20 分だったが、被験者の疲労に応じて試行間で短い休憩をとった。

1 4－3．結果

1 4－3－1．課題の正答率

高ワーキングメモリ容量群と低ワーキングメモリ容量群の条件ごとの平均正答率を図 1 4－4 に示す。両群とも正答率は 80%以上と高かった。ワーキングメモリ容量（高・低）を被験者間要因，文構造（右枝分かれ構造・左枝分かれ構造）を被験者内要因とする 2 要因分散分析を行ったところ，いずれの主効果と交互作用も有意ではなかった。

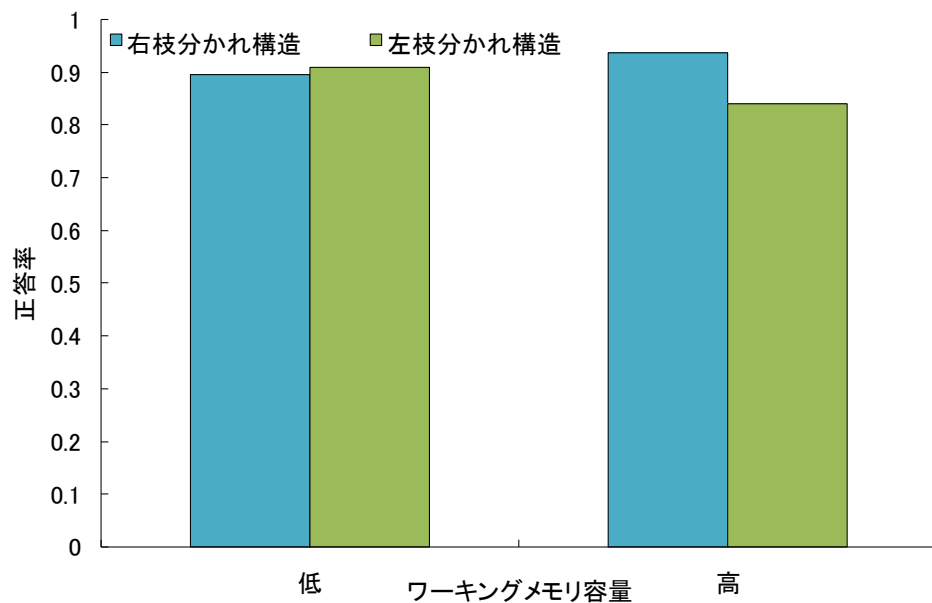


図 1 4－4

各グループの条件ごとの平均正答率

1 4－3－2．反応時間

各条件において正答した試行の反応時間をもとに，高ワーキングメモリ容量群と低ワーキングメモリ容量群の平均反応時間を計算した（図 1 4－5）。反応時間を従属変数，ワーキングメモリ容量（高・低）を被験者間要因，文構造（右枝分かれ構造・左枝分かれ構造）を被験者内要因とする 2 要因分散分析を行った。その結果，文構造の主効果が有意傾向であり（ $F(1,19) = 3.63, p < .08$ ），左枝分かれ構造条件は右枝分かれ構造条件よりも反応時間が長い傾向が見られた。ワーキングメモリ容量の主効果と交互作用は有意ではなかった。

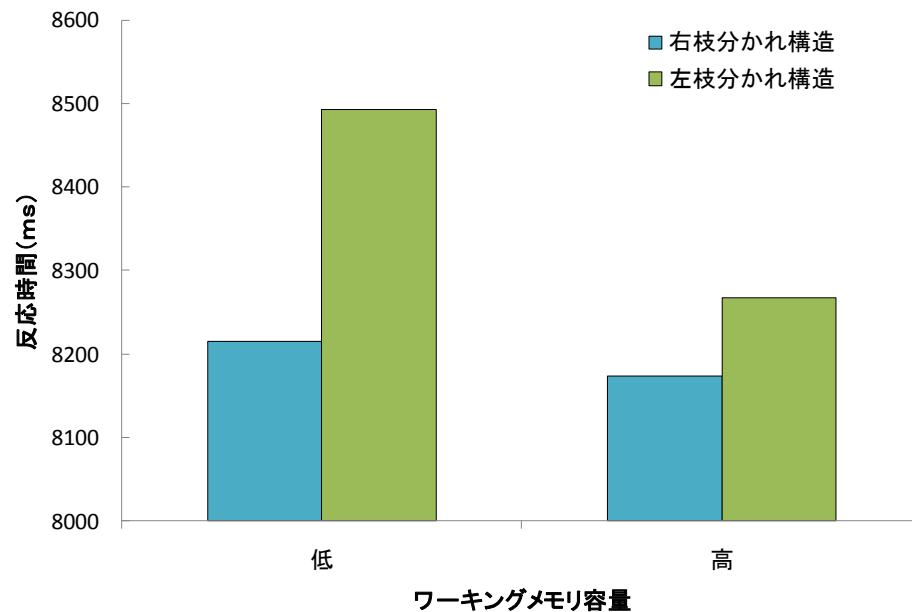


図 1 4 - 5

各グループの条件ごとの反応時間

1 4 - 3 - 3. 眼球運動パターン

被験者の眼球運動パターンは、刺激音声の提示のタイミングに合わせて分析された。まず、被験者の停留データを用いて刺激名詞句の各文節のオンセットから 100ms ごとの停留点からどのオブジェクトに停留していたのかを求めた。それをもとに、高ワーキングメモリ容量群と低ワーキングメモリ容量群のそれぞれにおいて各オブジェクトの平均停留確率を計算した。確率を計算する際の分母は正答した試行数、分子は各オブジェクトをそれぞれの時間で見えていた回数とした。以下ではグラフに現れた眼球運動パターンを概観し、グラフに示された条件間、群間の差異が統計的に有意であるかどうかを分散分析で検討した。

図 1 4 - 6 (A) および (B) は右枝分かれ構造解釈が正しい試行における各オブジェクトの停留確率の推移を示している。この停留確率は、ターゲットオブジェクト、ターゲット競合オブジェクト、ランドマークオブジェクト、ランドマーク競合オブジェクトと中央の空白に停留していた確率を示しており、他のオブジェクトに停留した確率は示していない。したがって全てのオブジェクトの停留確率を合計しても 100%とはならない。

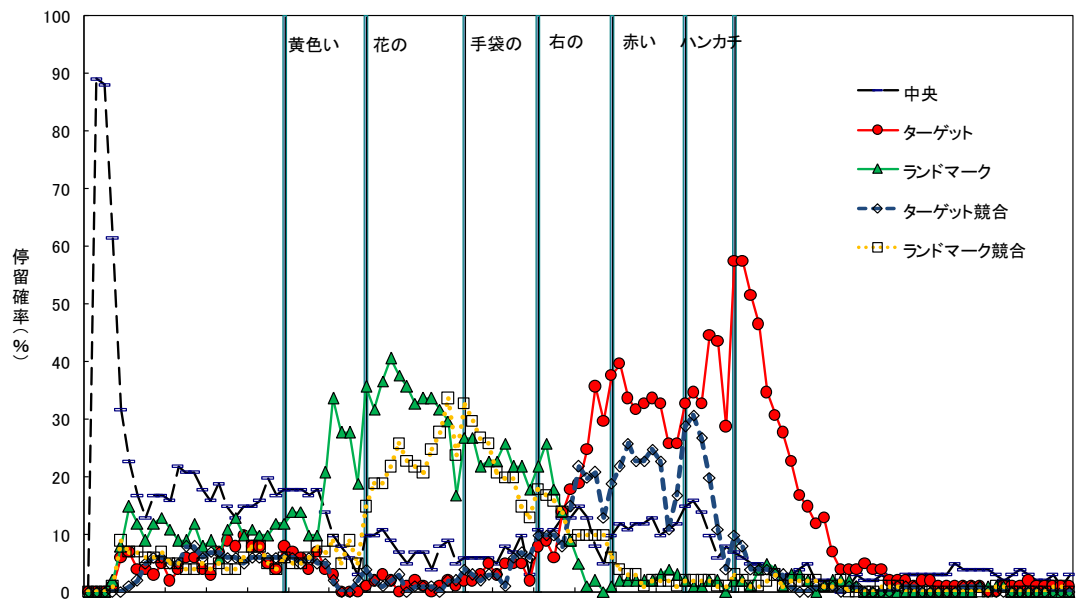


図 1 4 - 6 (A)

右枝分かれ構造条件における高ワーキングメモリ容量群のオブジェクトの停留確率

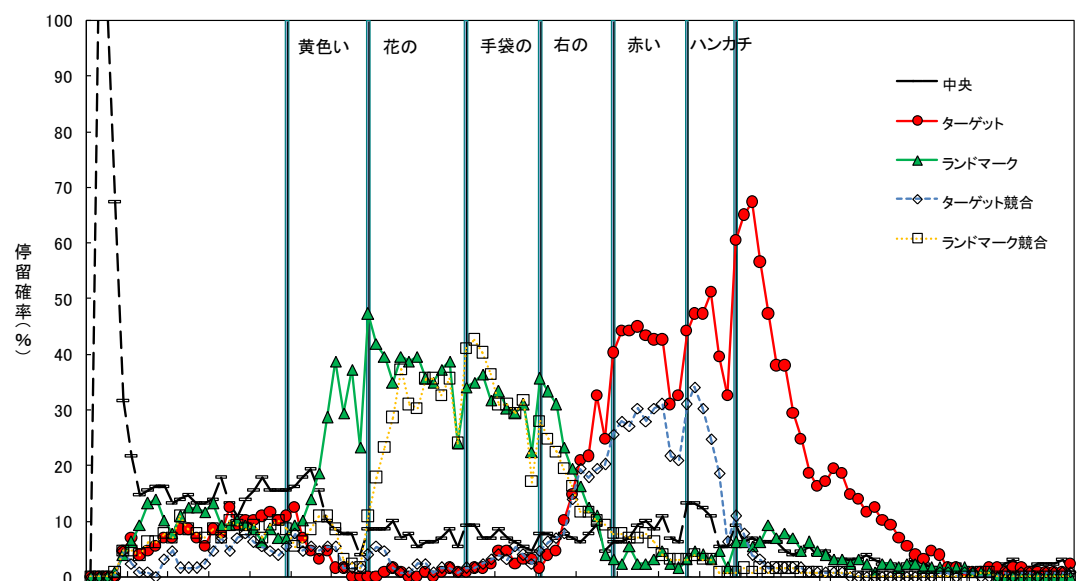


図 1 4 - 6 (B)

右枝分かれ構造条件における低ワーキングメモリ容量群のオブジェクトの停留確率

グラフにおいて第 1 文節の形容詞を聞いた時点でランドマークオブジェクトの停留確

率が上昇し、第2文節と第3文節を聞く間にランドマーク競合オブジェクトの停留確率が上昇して、両オブジェクトの停留確率がほぼ等しくなるというパターンが高ワーキングメモリ容量群（図14-6（A））と低ワーキングメモリ容量群（図14-6（B））で共通して見られた。また、第4文節においてランドマーク・ランドマーク競合オブジェクトからターゲット・ターゲット競合オブジェクトに停留点が移動するが、この際にもターゲットオブジェクトの停留確率が先に上昇して、ターゲット競合オブジェクトの停留確率がそれに追いつく形で上昇するというパターンが両群で見られた。また、第6文節で右枝分かれ構造解釈が正しいことが判明すると、音声刺激のオフセットまでにターゲットオブジェクトの停留確率は著しく上昇し、ターゲット競合オブジェクトの停留確率はほぼチャンスレベル（約11%）にまで低下したことも両群で共通に見られた⁹。両群の眼球運動パターンに見られた相違点として、中央の空白に停留する確率が挙げられる。高ワーキングメモリ容量群では、第5・第6文節において中央の空白に停留する確率が20%程度であるのに対して、低ワーキングメモリ容量群では10%程度とチャンスレベルにあった。

図14-7（A）と（B）は左枝分かれ構造条件における各オブジェクトの停留確率の推移を示している。右枝分かれ構造条件と同様に、高ワーキングメモリ容量群と低ワーキングメモリ容量群の眼球運動パターンは類似していた。第1文節ではランドマーク競合オブジェクトの停留確率が上昇した。次の第2・第3文節ではランドマークオブジェクトの停留確率が上昇して二つの解釈のオブジェクトの停留確率が同程度となった。第4文節ではターゲット競合オブジェクトの停留確率が上昇した。その後ターゲットオブジェクトの停留確率がそれに追いつく形で上昇した。ここで低ワーキングメモリ容量群ではターゲット競合オブジェクトとターゲットオブジェクトの停留確率がほぼ同水準になった。一方、高ワーキングメモリ容量群ではターゲット競合オブジェクトの停留確率がターゲットオブジェクトの停留確率を上回る傾向を維持していた。第6文節で左枝分かれ構造解釈が正しいことが判明すると、ターゲットオブジェクトの停留確率がターゲット競合オブジェクトの確率を急激に上回る傾向は二つの群で共通だった。この条件においても第5文節・第6文節における中央の空白の停留確率にワーキングメモリ容量に

⁹ 画面には8つのオブジェクトが提示されていたので、ランダムにオブジェクトを見たと考えればチャンスレベルは1/8の12.5%となる。また、画面は9つに分割されていたので、ランダムに画面全体を見たと考えればチャンスレベルは1/9の11.1%と

よる差異が現れており，高ワーキングメモリ容量群は低ワーキングメモリ容量群よりも中央の停留確率が高かった。

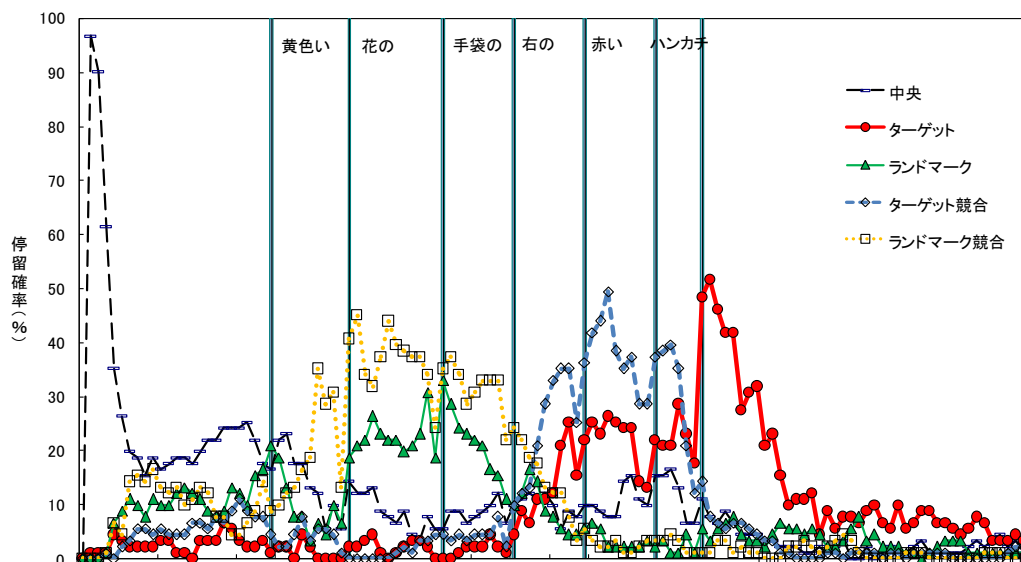


図 1 4 - 7 (A)

左枝分かれ構造条件における高ワーキングメモリ容量群のオブジェクトの停留確率

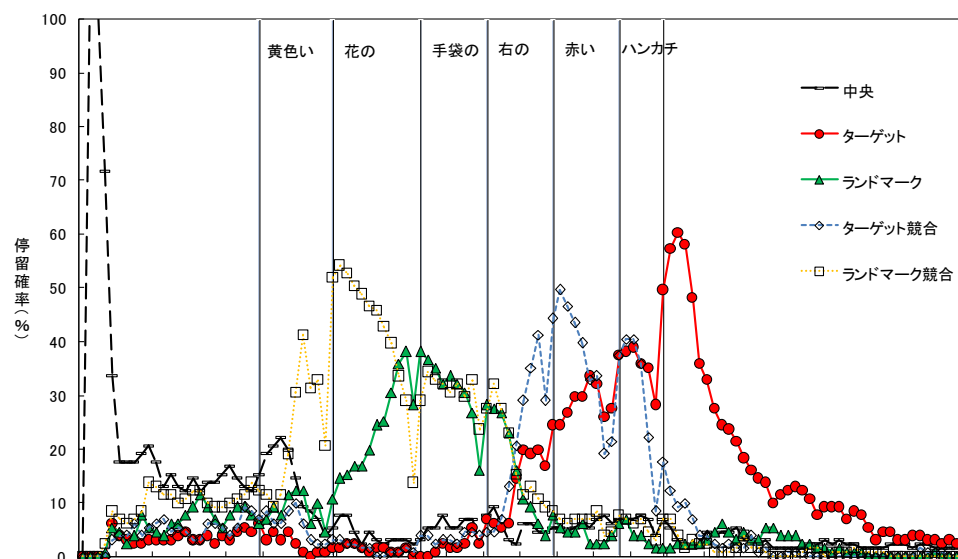


図 1 4 - 7 (B)

左枝分かれ構造条件における低ワーキングメモリ容量群のオブジェクトの停留確率

なる。

次に、上記で得られたワーキングメモリ容量の個人差がオブジェクトの停留確率に及ぼす影響に関する検定を行った。本研究では統語的曖昧性によって生じる複数の解釈の保持と曖昧性が解消される情報提示後の解消過程に注目していた。前者の処理は第 5 文節に反映され、後者の処理は第 6 文節および刺激音声提示直後の眼球運動に反映されていると考えられる。したがって、以下の統計解析では複数の時間枠（第 5 文節のオンセットから 800ms 後、第 6 文節のオンセットから 300ms 後およびオンセットの 300ms 後から 600ms 後、文のオフセットから 300ms 後）を設定し、各時間枠のそれぞれのオブジェクト（ターゲットオブジェクト、ターゲット競合オブジェクト）と中央の空白領域について平均停留確率を従属変数とし、ワーキングメモリ容量を被験者間要因、文構造（左枝分かれ・右枝分かれ）、被験者内要因とする 2 要因分散分析を行った¹⁰。その際、平均停留確率は逆正弦変換を行った。

第 5 文節のオンセットから 800ms において、中央の空白領域の停留確率（図 1 4－8 (A)）を従属変数とした場合、ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向だった($F(1, 19) = 3.45, p < .08$)。提示された刺激の文構造に関わらず、高ワーキングメモリ容量群は低ワーキングメモリ容量群に比べて中央の空白に停留する確率が高かった。ターゲットオブジェクトへの停留確率を従属変数とした場合（図 1 4－8 (B)）、文構造の主効果が有意であり($F(1, 19) = 13.82, p < .01$)、右枝分かれ構造条件は左枝分かれ構造条件よりもターゲットの停留確率が高かった。また、ターゲット競合オブジェクトの停留確率を従属変数とした場合（図 1 4－8 (C)）にも、文構造の主効果が有意だった($F(1, 19) = 16.63, p < .01$)。この効果の方向はターゲットオブジェクトに関する分散分析の結果と対照的であり、左枝分かれ構造条件の方が右枝分かれ構造条件よりもターゲット競合オブジェクトの停留確率が高かった。

¹⁰ 同一画面内のオブジェクトの停留確率に関して、あるオブジェクトの停留確率の増加は他のオブジェクトの停留確率の減少を意味する。つまりオブジェクト同士は観測値の独立性が保たれないため、同一の分散分析の要因とはせずに各オブジェクトを

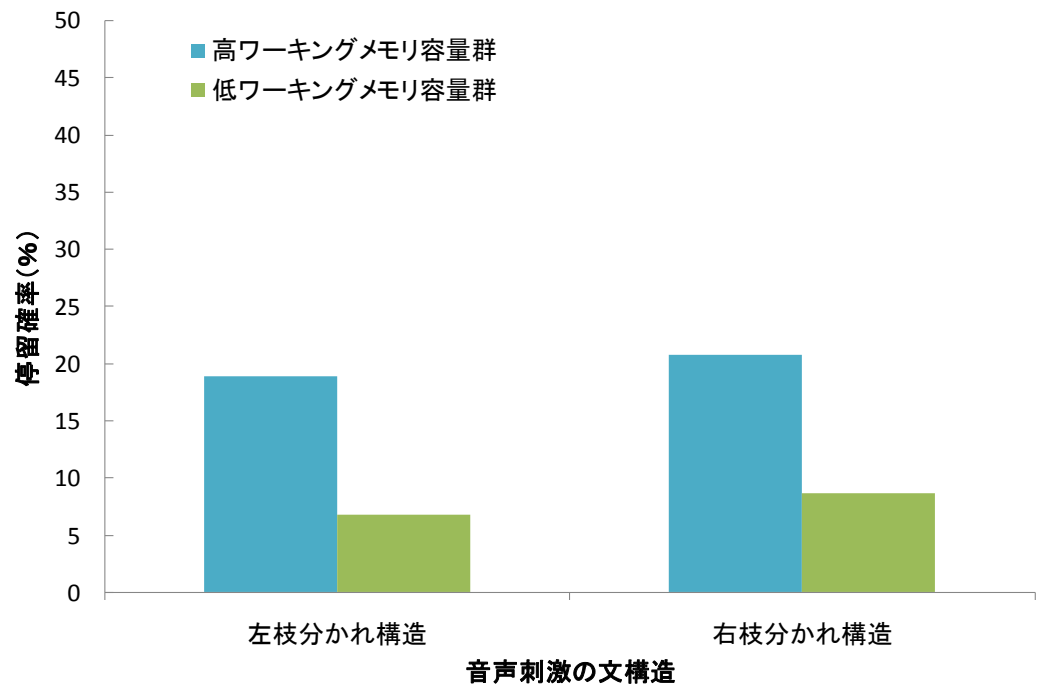


図 1 4 - 8 (A)

第 5 文節のオンセットから 800ms における中央の空白の停留確率

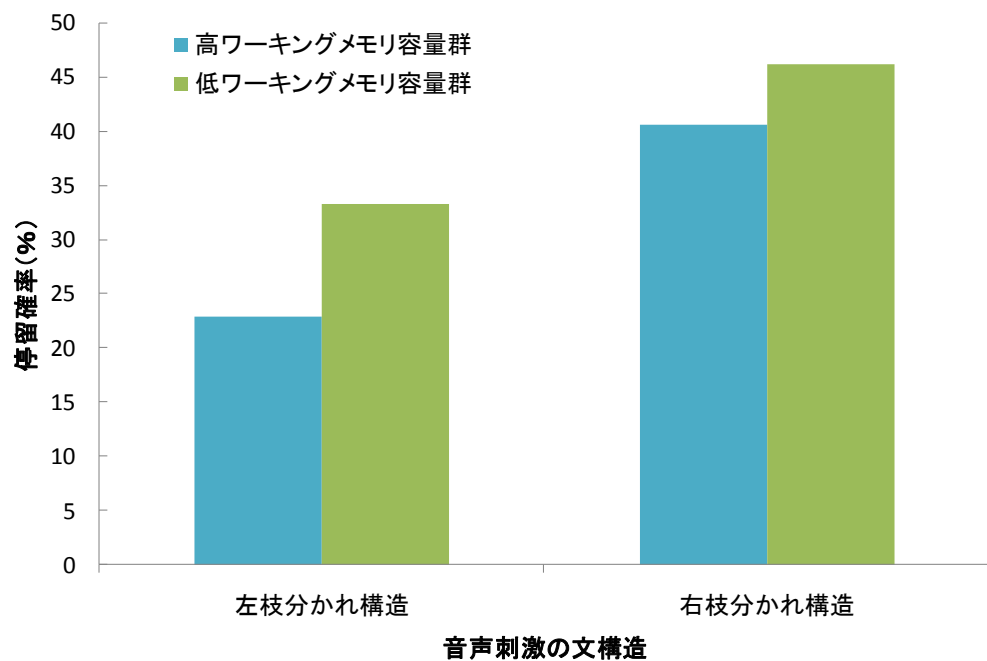


図 1 4 - 8 (B)

第 5 文節のオンセットから 800ms におけるターゲットオブジェクトの停留確率

従属変数とした分散分析を行った。

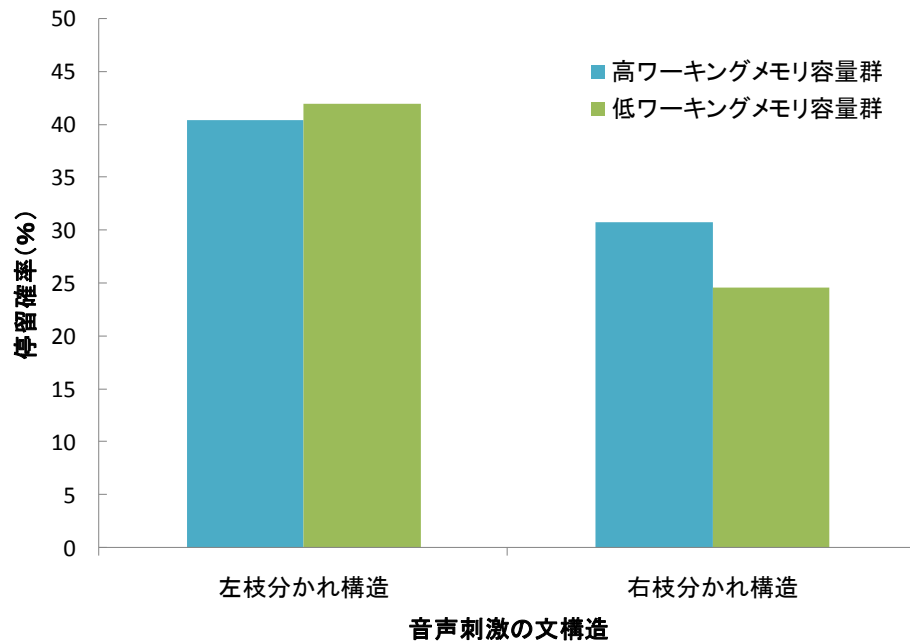


図 1 4 - 8 (C)

第 5 文節のオンセットから 800ms におけるターゲット競合オブジェクトの停留確率

第 6 文節のオンセットから 300ms までの時間枠において、中央の空白への停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 9 (A)), ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向であり ($F(1,19) = 3.07, p < .10$), いずれの文構造の場合にも高ワーキングメモリ容量群は低ワーキングメモリ容量群に比べて停留確率が高い傾向が見られた。ターゲットオブジェクトの停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 9 (B)), 文構造の主効果が有意であり ($F(1,19) = 4.66, p < .05$), 左枝分かれ構造条件の方が右枝分かれ構造条件よりもターゲットオブジェクトの停留確率が高かった。また, ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向であり ($F(1,19) = 3.32, p < .09$), 低ワーキングメモリ容量群は高ワーキングメモリ容量群よりもターゲットオブジェクトの停留確率が高い傾向が見られた。ターゲット競合オブジェクトの停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 9 (C)) には有意な主効果や交互作用は見られなかった。

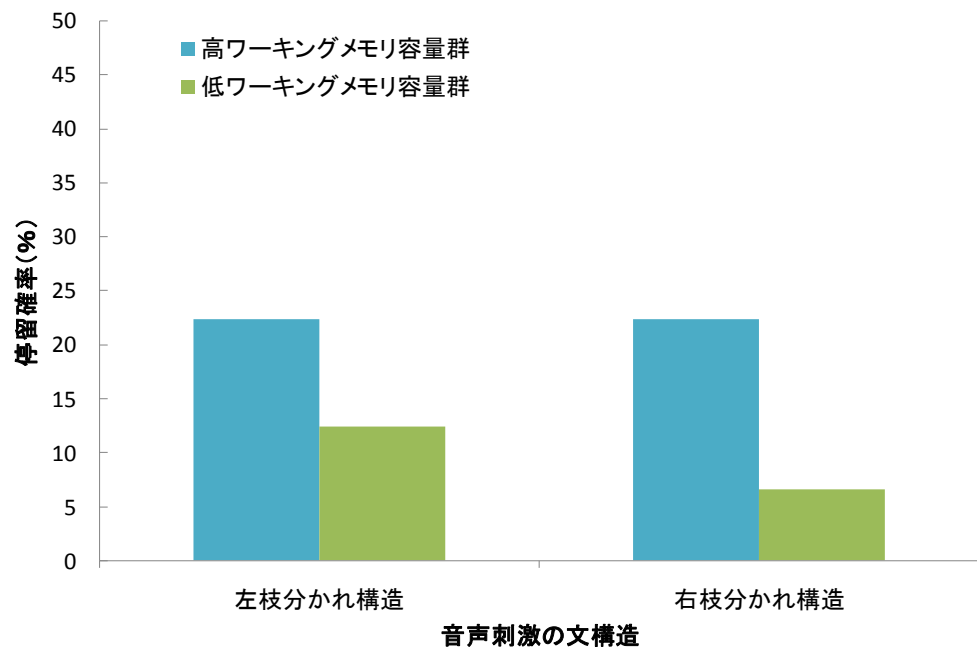


図 1 4 - 9 (A)

第 6 文節のオンセットから 300ms までの中央の空白の停留確率

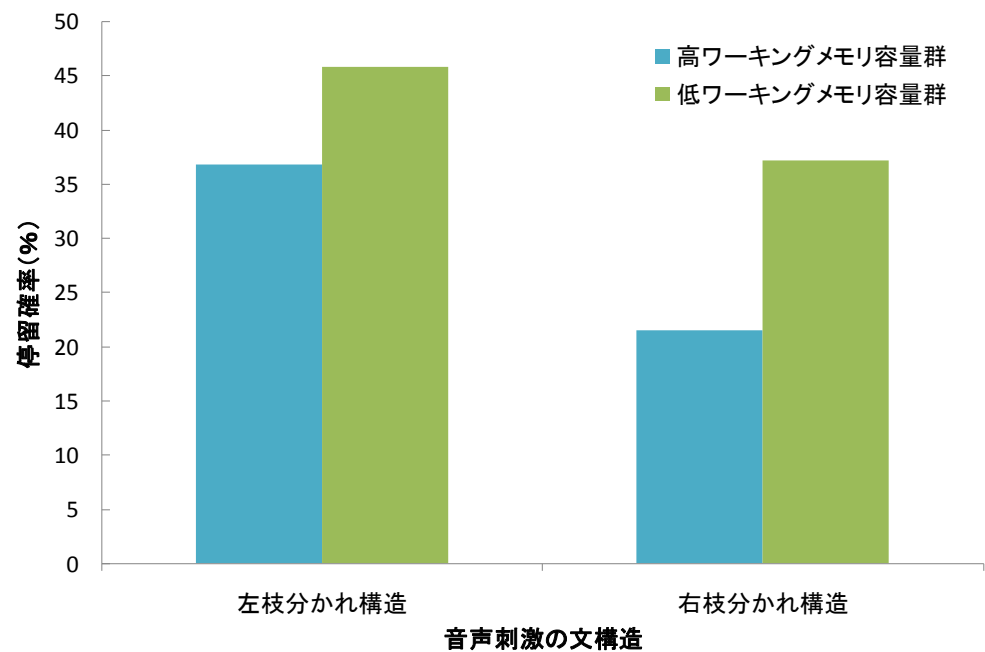


図 1 4 - 9 (B)

第 6 文節のオンセットから 300ms までのターゲットオブジェクトの停留確率

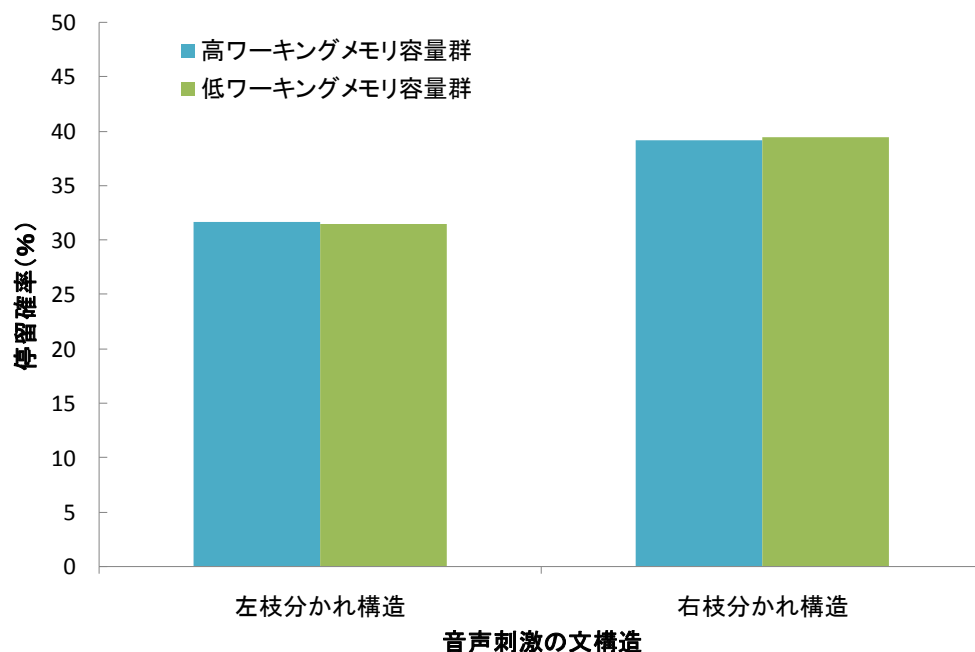


図 1 4 - 9 (C)

第 6 文節のオンセットから 300ms までのターゲット競合オブジェクトの停留確率

第 6 文節開始後 300ms から 600ms までの時間枠において、中央の空白の停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 1 0 (A)), ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向だった ($F(1,19) = 3.07, p < .10$)。中央の空白の停留確率は文構造によらず、高ワーキングメモリ容量群の方が低ワーキングメモリ容量群に比べて高い傾向が見られた。ターゲットオブジェクトの停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 1 0 (B)), 文構造の主効果が有意だった ($F(1,19) = 4.66, p < .05$)。ターゲットオブジェクトの停留確率は右枝分かれ構造条件よりも左枝分かれ構造条件の方が高かった。また、ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向であり ($F(1,19) = 3.32, p < .09$)、文構造に関わらず、低ワーキングメモリ容量群は高ワーキングメモリ容量群よりもターゲットオブジェクトの停留確率が高い傾向が見られた。ターゲット競合オブジェクトの停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 1 0 (C)) は有意な主効果と交互作用が見られなかった。

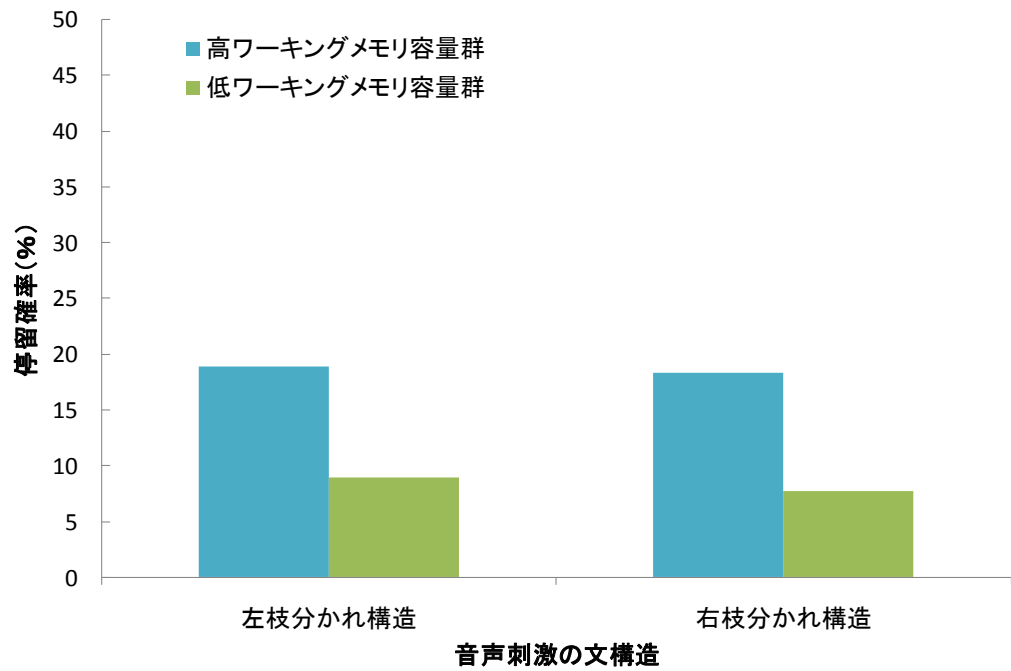


図 1 4 - 1 0 (A)

第 6 文節のオンセット後 300ms から 600ms までの中央の空白の停留確率

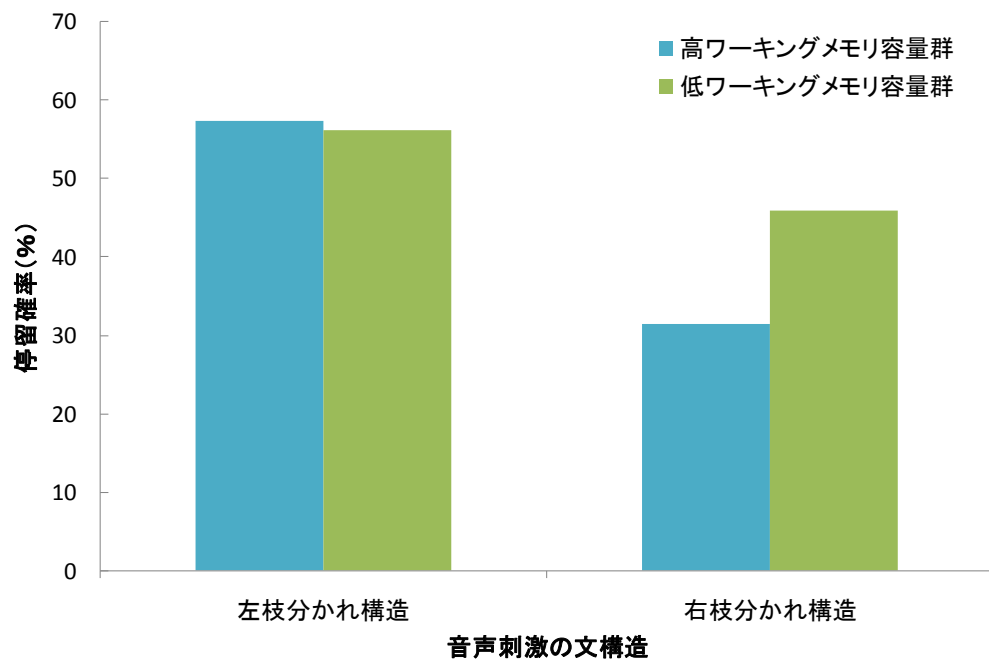


図 1 4 - 1 0 (B)

第 6 文節のオンセット後 300ms から 600ms までのターゲットオブジェクトの停留確率

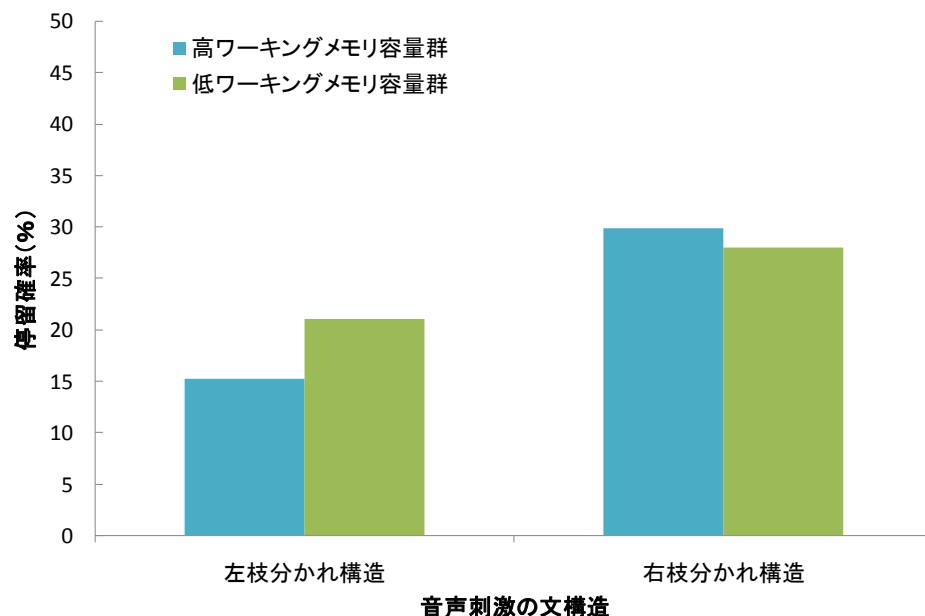


図 1 4 - 1 0 (C)

第 6 文節のオンセット後 300ms から 600ms までの
ターゲット競合オブジェクトの停留確率

音声刺激のオフセットから 300ms 後までの時間枠において、中央の空白の停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 1 1 (A)), ワーキングメモリ容量の主効果が有意傾向だった ($F(1,19) = 3.17, p < .10$)。高ワーキングメモリ容量群は低ワーキングメモリ容量群よりも中央の空白を注視する確率が高い傾向が見られた。ターゲットオブジェクトの停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 1 1 (B)), 文構造の主効果が有意であり

($F(1,19) = 16.27, p < .01$)、左枝分かれ構造条件は右枝分かれ構造条件よりもターゲットの停留確率が高かった。また、文構造とワーキングメモリ容量の交互作用が有意傾向だった ($F(1,19) = 3.69, p < .07$)。LSD 法による多重比較を行ったところ、右枝分かれ構造条件において低ワーキングメモリ容量群は高ワーキングメモリ容量群よりもターゲットオブジェクトの停留確率が高かった ($p < .05$)。しかし、左枝分かれ構造条件ではワーキングメモリ容量による違いが見られなかった。また、高ワーキングメモリ容量群は右枝分かれ構造条件よりも左枝分かれ構造条件でターゲットオブジェクトの停留確率が有意に高かった ($p < .05$)。一方、低ワーキングメモリ容量群でも右枝分かれ構造条件に比べて左枝分かれ構造条件でターゲットオブジェクトの停留確率が高かったが、統計的にはその差は有意傾向だった ($p < .09$)。

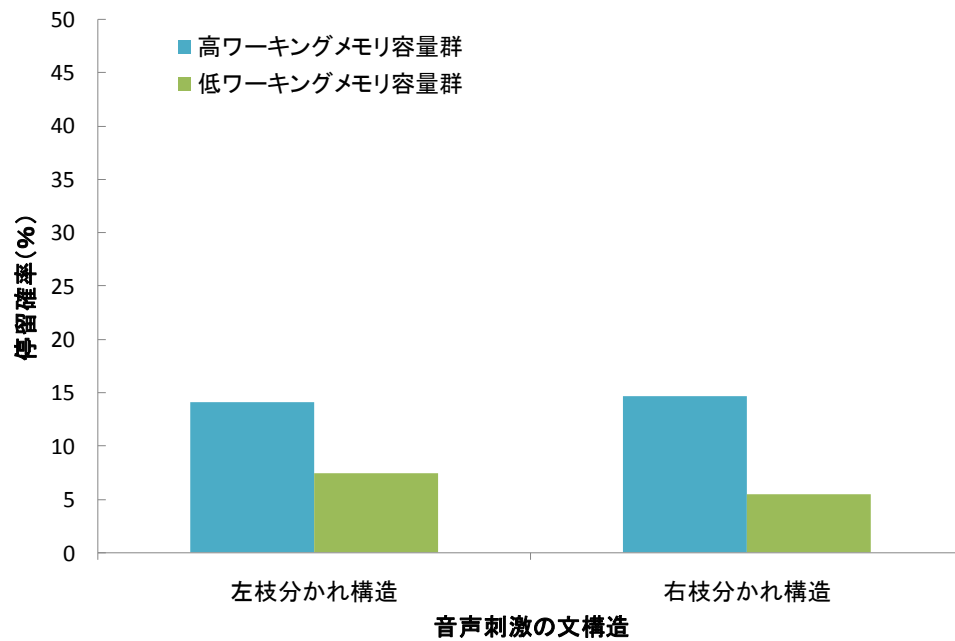


図 1 4 - 1 1 (A)

第 6 文節のオフセットから 300ms までの中央の空白の停留確率

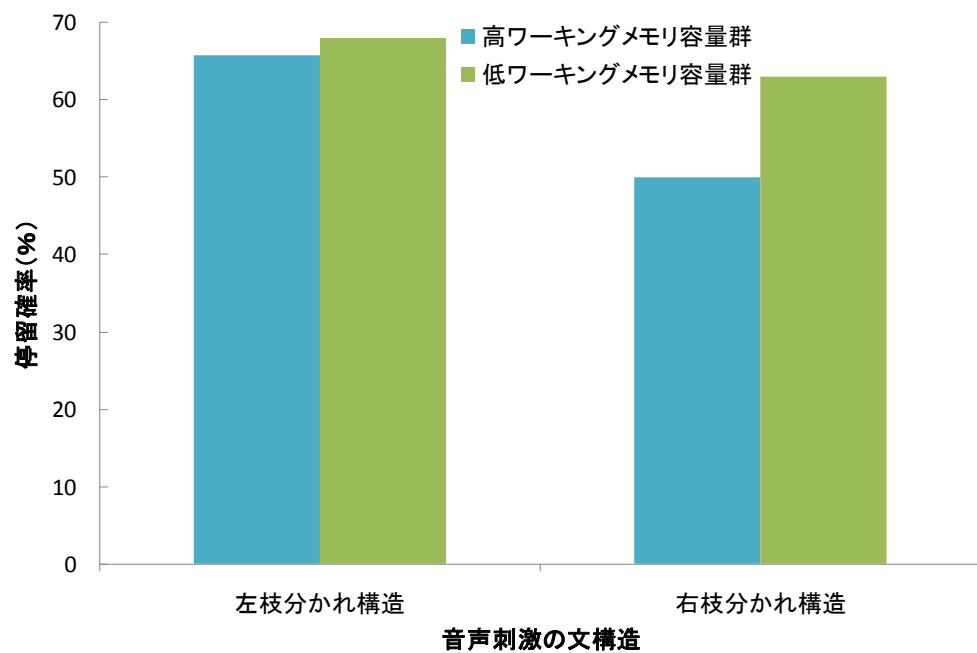


図 1 4 - 1 1 (B)

第 6 文節のオフセットから 300ms までのターゲットオブジェクトの停留確率

ターゲット競合オブジェクトの停留確率を従属変数とした場合 (図 1 4 - 1 1 (C))
 には、文構造の主効果のみが有意だった ($F(1,19) = 12.34, p < .01$)。右枝分かれ構造条

件におけるターゲット競合オブジェクトの停留確率は左枝分かれ構造条件よりも高かった。

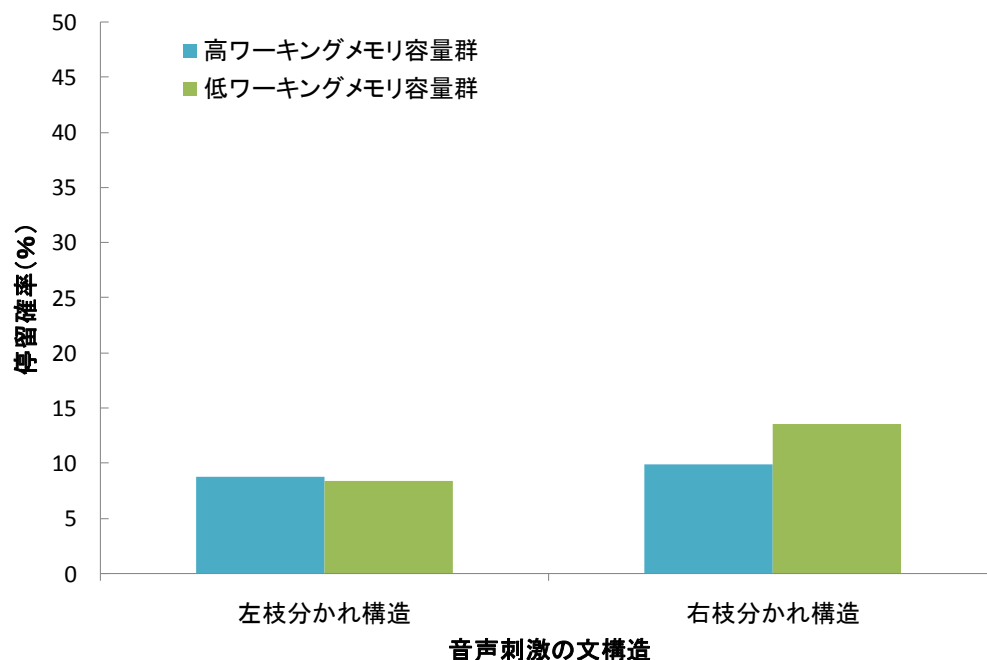


図 1 4 - 1 1 (C)

第 6 文節のオフセットから 300ms までのターゲット競合オブジェクトの停留確率

1 4 - 4 . 考察

補足研究 3 では、統語的曖昧性を含む文の理解にワーキングメモリ容量の個人差がどのように影響するのかを検討した。その際、補足研究 3 における新たな試みとして、刺激を聴覚提示した。さらに、文理解の個人差を扱った先行研究とは異なり、視覚文脈を事前に与えてから統語的曖昧性を含む文を聞く場合の聞き手の眼球運動を測定した。また、言語知識の高い人に被験者を限定することでワーキングメモリ容量以外の個人差の影響を排除した。

その結果、統語的曖昧性を含む文の理解に関して、聞き終えた後の理解成績やオブジェクトを選択する反応時間を指標とするとワーキングメモリ容量の影響は有意とならなかった。しかし、文を聞いている間のオブジェクトの停留確率を指標した場合、ワーキングメモリ容量の高群と低群には注視点が停留する場所の類似点と相違点の両者が見られた。

高ワーキングメモリ容量群と低ワーキングメモリ容量群の類似点として、第 5 文節を聞いている間は、統語的曖昧性によって生じる複数の解釈が保持されていると仮定されていたが、右枝分かれ構造に対応するオブジェクトの停留確率は左枝分かれ構造に対応するオブジェクトの停留確率よりも高かった。この際はワーキングメモリ容量高群・低群の両者で共通で見られた。つまり、本研究で扱った刺激に関しては、右枝分かれ構造が左枝分かれ構造よりも選好されやすかったことを示唆しており、そのような選好性にはワーキングメモリ容量の個人差は影響しなかった。

二つのグループの相違は、第 5 文節および第 6 文節前半を聞いているときの眼球運動パターンに現れた。高ワーキングメモリ容量群は、右枝分かれ構造解釈および左枝分かれ構造解釈と一致するオブジェクト（つまりターゲットオブジェクトとターゲット競合オブジェクト）だけではなく、中央の空白に停留する傾向が見られた。一方、低ワーキングメモリ容量群は、右枝分かれ構造解釈と左枝分かれ構造解釈に対応するオブジェクトのみに停留する傾向が見られた。右枝分かれ構造解釈と左枝分かれ構造解釈に対応するオブジェクトを注視していることは文理解中に被験者が両者の解釈を持つことを示唆している。よって、読みによる文理解の研究で主張されているように、統語的曖昧性が生じる場合、複数の解釈が心的に保持されると考えられる。ただし、高ワーキングメモリ容量群では統語的曖昧性から生じた解釈に対応したオブジェクトに加えて、中央の空白を見る傾向が見られた。本研究では、注視しているオブジェクトの停留確率によって複数の解釈を保持しているかどうかを検討しており、オブジェクトの停留確率が高いほど、そのオブジェクトに対応する文構造が高い活性化を受けてワーキングメモリ内に保持されていると仮定していた。このような仮定のもとでは、高ワーキングメモリ容量群が中央の空白に停留していた理由を説明することができない。ただし、高ワーキングメモリ容量群は、中央の空白を見る傾向があったにも関わらず、低ワーキングメモリ容量群に比べて理解成績が低くなることや反応時間が長くなることはなかった。つまり、高ワーキングメモリ容量群においても統語的曖昧性によって生じた複数の解釈は保持されていたと考えられる。高ワーキングメモリ容量群が十分なワーキングメモリ容量を持っていることを考慮すると、統語的曖昧性によって生じた複数の解釈だけでなく、それに対応するオブジェクトの位置を心的に保持していた可能性がある。一方、低ワーキングメモリ容量群は、複数の解釈は保持していたものの、それらに対応するオブジェクトの位置（どちらの解釈がどのオブジェクトに対応するのか）を保持するだけの容量がなか

った可能性がある。オブジェクトの位置を保持していなかったと考えれば、それらに対応するオブジェクトを注視し続けたという結果を説明することができる。

このような違いは統語的曖昧性が生じている間の視覚文脈の使用方法的違いとして説明できる。つまり、低ワーキングメモリ容量群は、視覚文脈の中の文解釈に対応したオブジェクトだけを注視していた。これは低ワーキングメモリ容量群が視覚文脈を外部記憶として利用することで、ワーキングメモリ容量の不足を補償しようとしていたと考えることができる。一方、高ワーキングメモリ容量群は、文の解釈に対応したオブジェクトだけでなく、中央の空白を注視していることもあった。これは高ワーキングメモリ容量群が心的に複数の解釈に対応するオブジェクトを保持できたために、視覚文脈を外部記憶として使用する程度が低かったと説明できる。

次に曖昧性が解消される第 6 文節後半および音声終了後の各オブジェクトの停留確率に関して、低ワーキングメモリ容量群は高ワーキングメモリ容量群よりもターゲットの停留確率が高い傾向が見られた。また、ターゲット競合オブジェクトの停留確率の推移にはワーキングメモリ容量の影響がなかった。この結果はワーキングメモリ容量が高いほど統語的曖昧性が解消される過程においてすばやく競合する解釈の抑制がなされるという仮定 (Hasher & Zacks, 1988) に反するものである。むしろこれらの結果は上述した統語的曖昧性によって生じた解釈の保持に関する方略の違いを反映していると考えられる。実際、図 1 4 - 6 (A) と (B) で音声刺激直後のターゲットオブジェクトの停留確率を見ると、高ワーキングメモリ容量群の方が低ワーキングメモリ容量群に比べて停留確率のピークが早いタイミングで現れている。よって、音声刺激の終了後の停留確率の差は高ワーキングメモリ容量群の聞き手の理解の速さを反映していると考えられる。

以上のように、補足研究 3 では統語的曖昧性を含む文の聴覚的な理解におけるワーキングメモリ容量の個人差を検討した。その結果、統語的曖昧性が生じてから解消されるまでの間に高ワーキングメモリ容量群と低ワーキングメモリ容量群とで統語的な解釈を保持する方略が異なることが示唆された。しかし、理解成績や反応時間にはワーキングメモリ容量の個人差が表れなかったことから、視覚的な文脈が提示されることで統語的曖昧性を含む文の理解におけるワーキングメモリ容量の個人差の効果は小さくなることが示唆された。

今後の検討すべき課題の一つは、言語知識の個人差が本研究で扱った文の聴覚的な理解にどのように影響するのかを検討することである。研究 7 で示されているように言語

知識とワーキングメモリ容量の個人差は交互作用的に文理解過程に影響する可能性がある。補足研究 3 では百羅漢テスト成績によって被験者の言語知識を統制しており、ワーキングメモリ容量の個人差の影響に関する結果には言語知識の影響は含まれていないと考えられる。今後、言語知識の低い被験者について同様の検討を行うことで、統語的曖昧性を保持する際に見られたワーキングメモリ容量の高低による相違が言語知識の低い人でも同じように現れるのか、より強調された形で現れるのか、それとも異なるパターンが見られるのかを検討することにより、読みだけでなく聴覚的に提示された言葉の理解を含めた言語理解全般を説明するための枠組みとして 2 要因モデルを拡張できると考えられる。

1 5. 総合考察

1 5－1. 結果の要約

本研究は文章理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討してきた。実験では、文章・談話、文、単語の各水準における文章理解過程を反映する様々な指標（理解問題の成績、注視点の停留時間、反応時間など）を用いて二つの認知要因の個人差が及ぼす影響を検証した。以下に各研究で得られた結果を要約する。

研究1はリーディングスパンテスト実施時の文の読み誤りを指標としてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差を検討した。その結果、音読時の読み誤りには主としてワーキングメモリ容量の個人差が関連していることが明らかになった。さらに読み誤りの種類を分類したところ、ワーキングメモリ容量が高い人ほど発話する際の突っかかりや、表記されている単語を別の単語に言い換えるエラーが少ないことが示された。また、言語知識の個人差は単語の読み誤りや音読中の言いよどみと関連していた。さらにリーディングスパンテスト実施時のターゲット語の記憶方略を尋ねた結果、リーディングスパンテスト得点は物語を作成したり視覚的なイメージに置き換えたりする方略の使用と関連性を持ち、百羅漢テスト得点は単語を繰り返しリハーサルしたり単語の頭文字を記憶する方略の使用と関連性があることが示された。また、ワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点と言語知識の測度である百羅漢テスト得点との間には有意な相関が見られなかった。

研究2は日常的な読書量を指標としてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の寄与を検討した。その結果、読書量とワーキングメモリ容量の個人差の間には関連性が見られなかった。一方、言語知識の測度である百羅漢テストの得点は読書量と正の相関関係にあることが示された。

研究3は一般的な文章理解能力の指標として大学入試センター試験の模擬問題の成績を指標にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の寄与を検討した。また、言語知識の測度として WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テスト、百羅漢テストを測定することにより、言語知識とワーキングメモリ容量の個人差の独立性をさらに検証した。その結果、ワーキングメモリ容量と言語知識の測度はどちらも一般的な文章理解成

績の予測要因となることが示された。また、階層的重回帰分析の結果、文章理解成績に対するワーキングメモリ容量および言語知識の個人差の寄与は、他方の認知的要因の影響を取り除いた後でも有意であり、二つの認知要因の個人差が文章理解に及ぼす影響は完全に独立していることが示唆された。さらに、文章理解課題の中から、文章・談話レベルに特有の処理の指標として物語の登場人物の意図・心情を問う問題を選出し、課題全体と同様の分析を行ったところ、言語知識とワーキングメモリ容量の個人差はどちらも登場人物の意図・心情を判断する成績に影響していた。

また、言語知識の測度として使用した三つのテストの成績間には互いに高い正の相関が見られた。しかし、言語知識の測度はいずれもワーキングメモリ容量の測度とは有意な関連性が見られなかった。

研究4は、文章理解中の眼球運動を指標としてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討した。その結果、サッカードの長さは言語知識と正の相関関係が見られた。しかし、ワーキングメモリ容量とサッカードの長さとの間には関連性が見られなかった。また、言語知識の高い人ほど単語を最初に見たときの読み時間が短かった。単語の読み直し時間にはワーキングメモリ容量と言語知識の両者が影響しており、言語知識の低い群においてワーキングメモリ容量が高い人ほど読み直し時間が短いことが示された。文章の中から特に出現頻度の高い単語と低い単語をほぼ同数選出し、単語の出現頻度の効果を合わせて再分析したところ、単語を最初に見たときの停留時間にワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用が見られた。言語知識の低い群ではワーキングメモリ容量の高い人ほど停留時間が短かったが、言語知識の高い群ではワーキングメモリ容量の個人差の影響が見られなかった。また、ワーキングメモリ容量の高い人ほど読み直し時間が短くなる傾向が見られた。これらの結果は、言語知識の個人差の影響が単語を最初に見た際の意味検索に関わっていることを示唆した。また、ワーキングメモリ容量の個人差は文章中から単語の意味や文章の意味を推論によって理解するときに影響すると解釈された。

研究5は、語彙判断課題と意味カテゴリー判断課題の成績を指標に単語レベルの理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討した。その結果、語彙判断課題において、言語知識の低い人ほど非単語文字列を誤って単語であると答える確率が高かった。また、音韻的に複数の単語に結びつく単語が提示されると、単語の表記（漢字、ひらがな）に関わらずワーキングメモリ容量の低い人ほど反応時間が短いこと

が示された。また、単語のカテゴリ判断課題（単語が生物か非生物かを問う）において、言語知識の高い人ほど反応時間が短いことが示された。一方、ワーキングメモリ容量の個人差は単語のカテゴリ判断の成績には影響しなかった。これらの結果は、語彙性の判断のような比較的浅い処理だけではなく、意味カテゴリの判断のような意味に関する深い処理を行う課題においても言語知識の個人差の影響が大きいことを示唆している。また、音韻表象から語彙的曖昧性が生じる場合には、ワーキングメモリ容量の高低が影響していた。

研究6はセルフペーストリーディング課題を用いて、単語の出現頻度が文の理解に及ぼす効果にワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が影響するかどうかを検討した。その結果、出現頻度の高い単語を含む文の読み時間や理解成績には二つの認知要因の個人差は影響しなかった。一方、出現頻度の低い単語を含む文を読む場合、言語知識の低い人ほどその単語を読む時間が長くなり、文全体の理解成績も低くなることが示された。ワーキングメモリ容量の個人差の影響はいずれの指標にも表れなかった。この結果から文理解における単語の出現頻度の効果は、読み手の言語知識の高低のみによって変動することが示唆された。この結果に関して、十分な言語経験のある人であれば出現頻度の低い単語も比較的に多く処理した経験を持つために処理負荷がそれほど高くないと解釈された。

研究7は、かき混ぜ文の理解におけるワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響をセルフペーストリーディング課題を用いて検討した。その結果、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の両者がかき混ぜ文の読み時間に影響することが示された。ワーキングメモリ容量の個人差の影響は、かき混ぜ文の移動を受けた単語が提示されてからその単語が規範語順で提示される位置の間で生じた。この結果は、ワーキングメモリ容量の低い人ほど複数の解釈を保持するための処理負荷が高くなるためであると解釈された。また、移動を受けた単語が規範語順でとる位置が示された後の領域の読み時間ではワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用が見られた。ワーキングメモリ容量と言語知識の両者が高い群はかき混ぜによって生じる負荷が他の三群に比べて小さいことが示された。この結果は、ワーキングメモリ容量の個人差が移動を受けた語の想起に影響し、言語知識が低い人ほどかき混ぜ文の頻度効果によって生じる処理負荷が高くなり、両者の影響が同じ領域で生じるためであると解釈された。

本研究は研究1から研究7以外に補足研究として三つの研究を行った。補足研究1で

は数字を材料とした短期記憶課題を指標に、補足研究 2 ではレーベンマトリックステストの成績を指標にしてワーキングメモリ容量および言語知識の個人差が非言語的な認知的要因の個人差と関連性があるのかが検討された。その結果、ワーキングメモリ容量および言語知識の個人差は、数字を材料とした短期記憶課題の成績との関連性が低いことが示された。また、レーベンマトリックス課題の成績を指標とした場合もワーキングメモリ容量と言語知識の個人差との関連性は見られなかった。これらの結果は、本研究で用いられるワーキングメモリ容量と言語知識の測度が言語以外の材料の記憶や非言語性一般知能から受ける影響が非常に小さく、言語固有の要因を反映した指標であることを示唆している。

補足研究 3 は、統語的曖昧性の解消過程にワーキングメモリ容量の個人差が影響するかどうかを聴覚提示された文を聞いているときの視覚刺激への停留を指標に検討した。ここでは被験者の言語知識は統制要因として用いた。聴覚提示された統語的曖昧性を含む文を聞いている間、文の解釈に対応するオブジェクトを注視する眼球運動パターンを調べたところ、ワーキングメモリ容量の低い人は複数の解釈に対応するオブジェクトを注視し続けたが、ワーキングメモリ容量の高い人では解釈に対応するオブジェクト以外に、空白の領域を注視する傾向が見られた。この結果から統語的曖昧性が解消されずに残っている間、ワーキングメモリ容量の低い人は視覚刺激を外部記憶として利用していると解釈された。一方、ワーキングメモリ容量の高い人は統語的曖昧性によって生じる複数の解釈やそれに対応するオブジェクトの位置を心的に保持するだけの十分なワーキングメモリ容量があるために必ずしも解釈に対応するオブジェクトを注視し続ける必要がないと解釈された。よって補足研究 3 の結果は視覚的な文脈の利用の仕方として統語的曖昧性を保持する方略の違いにワーキングメモリ容量の個人差が影響することを示唆している。

1 5 - 2 . 2 要因モデルの妥当性

ここでは本研究で得られた結果をもとに、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文章理解に対して異なる影響を及ぼすことを仮定した 2 要因モデルの妥当性について考察する。本研究では 2 要因モデルに対立するモデルとしてコネクショニストモデル (MacDonald & Christiansen, 2002) と長期ワーキングメモリモデル (Ericsson &

Kintsch,1995) を挙げた。MacDonald & Christiansen(2002)が主張したコネクションモデルでは言語経験とそこから生じる知識のみを個人差の要因と仮定しており、リーディングスパンテストのようなワーキングメモリ容量を測定している課題、語彙判断のような知識が主に問われる課題など、言語を媒介する課題の成績は言語知識の個人差のみで説明可能であると主張している。また、長期ワーキングメモリモデル (Ericsson & Kintsch, 1995) では、2 要因モデルと同様に長期ワーキングメモリの働きと短期ワーキングメモリの働きが異なることを仮定している。しかし、長期ワーキングメモリには個人差が生じることを認めているが、短期ワーキングメモリには個人差を認めていない。これら二つのモデルはどちらも文章理解成績を言語経験から得られた知識の個人差によって説明しようとしており、(短期的な) ワーキングメモリに固定的な容量を仮定せず、従来の研究において代表的なワーキングメモリ容量の測度と仮定されていたリーディングスパンテストが言語的な知識の測度であると仮定している。これを考慮して、本研究では言語的認知容量を仮定するモデルとして二つのモデルをまとめて扱うこととした。

以下では実証データをもとにして 2 要因モデルと言語的認知容量を仮定するモデルの妥当性を検討する。

第 1 に 2 要因モデルは、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が独立していることを仮定していた。さらに、二つの要因を測定する課題が純粹に一つの要因の個人差のみを測定しているならば、二つの課題得点間は無相関になることが予測された。ただしリーディングスパンテスト得点は、材料となる文に関する知識に対して言語知識の個人差が影響する可能性を考慮する必要があったが、本研究はこの影響が小さいものであると考えていた。よって、この場合においても二つの要因を測定する課題間の相関係数が低いことを予測していた。一方、言語的認知容量の個人差のみを仮定するモデルにおいては、リーディングスパンテスト、百羅漢テスト、WAIS-R 単語下位テストなどは全て単一の言語認知容量の影響を受けると仮定されているので、全てのテスト成績間には高い正の相関があることを予測していた。

これらの予測に関して、研究 3 ではワーキングメモリ容量の測度であるリーディングスパンテスト得点と言語知識の測度として用いた百羅漢テスト、WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テスト得点との間には一貫して相関関係が見られなかった。一方、言語知識を測定していると考えられた上記の三つの課題の成績の間には有意な正の相関が見られた。また、研究 1 から研究 7 で繰り返し用いてきたリーディングスパンテスト

得点と百羅漢テスト得点の間には一貫して有意な相関が見られなかった。

ここで研究 1 から研究 7 に参加した全ての被験者をまとめて、十分な被験者数を得た上で二つのテスト得点間の相関を再計算した。図 1 5 - 1 に研究 1 から研究 7 に参加した全ての被験者 (161 名分) のリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の散布図を示す。(ただし複数の研究に参加した被験者については一回分のみ計算に加えた。) リーディングスパンテストの平均得点は 2.9 (SD = 1.0) であり、最低点である 2 点から最高点である 5 点まで得点は広く分布していた。また、百羅漢テストの平均得点は 65.0 (SD = 10.0) で、最低得点は 29 点、最高得点は 84 点であった。両テスト成績の相関は $r = .15$ と低く有意ではなかった。また、両テスト得点で共有される分散 (決定係数) は全分散のわずかに 2.25% に過ぎなかった。テスト成績の相関が正の値であるので、さらに大幅に人数を増やせば、相関自体は統計的に有意になる可能性もある。しかし、相関の値が小さいことから、二つのテストを一つの要因の個人差で説明することが妥当であるとは考えられない。したがって、二つのテストはワーキングメモリ容量と言語知識が独立であるという 2 要因モデルの仮定を支持している。一方、言語的認知容量を仮定するモデルはリーディングスパンテストと百羅漢テストの得点間に高い正の相関を予測していたことから、データの支持を得られなかった。

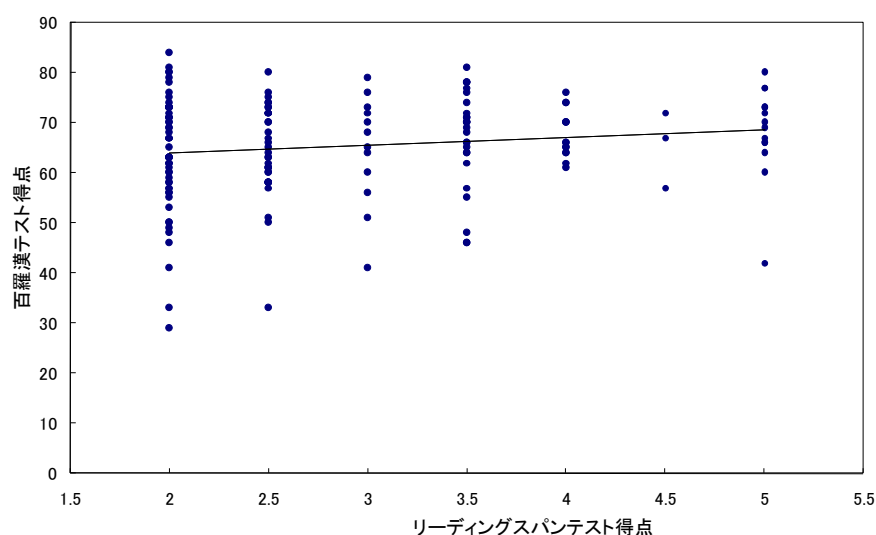


図 1 5 - 1

研究 1 から研究 7 までに参加した被験者の
リーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点の関係

第 2 に本研究は、文章理解課題、文章を読むときの眼球運動、単語の語彙判断、カテゴリー判断、セルフペーストリーディング課題など様々な文章理解課題の成績あるいは読み時間を従属変数としてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差の影響を検討してきた。その結果、二つの認知要因の個人差の影響は、特定のレベルの理解のみに現れるのではなく、いずれのレベルの理解を扱う課題においても現れた。また、研究 4 の文章理解課題および研究 7 の文理解課題ではワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が交互作用的に読み時間に影響していた。2 要因モデルと言語的認知容量を仮定するモデルの妥当性を比較すると、本研究で得られた結果は 2 要因モデルで文章理解における二つの認知的要因の個人差の影響が独立している（つまり一方の影響が他方の影響力に吸収されない）という仮定と一致するものである。言語的認知容量の個人差のみを仮定するモデルでは、ワーキングメモリ容量と言語知識が文章理解に独立した影響を持つことを仮定しない。したがって、課題によっていずれかの要因の個人差のみが影響したり二つの要因が理解成績へ交互作用的に影響したりするという結果をうまく説明することができないと考えられる。

本研究ではワーキングメモリ容量または言語知識の個人差が相互作用的に文章理解過程に影響することがあった。文章理解の個人差と認知的要因の個人差との関連性を検討した先行研究の多くは、ワーキングメモリ容量または言語知識のみに注目していたため、このような知見を得ることができなかった。よって本研究は、二つの認知容量の個人差を同時に測定してそれぞれの要因が及ぼす影響を検討することの有効性を初めて示したと考えられる。

補足研究 1 と補足研究 2 において、数の短期記憶課題の成績やレーベンマトリックステスト得点とリーディングスパンテスト得点および百羅漢テスト得点との相関は有意とはならなかった。この結果はリーディングスパンテストと百羅漢テストが測定している内容に対して言語材料以外の短期記憶や非言語性一般知能因子の影響が少ないことを示唆している。つまり、本研究で扱うワーキングメモリ容量と言語知識は、知能のような一般的な因子によって説明されない言語特有の認知的要因であると考えられる。

次に言語知識とワーキングメモリ容量が文章理解過程においてどのような関連性を持つのかを考察する。2 要因モデルは文章理解過程における二つの認知的要因の関連性について二つの可能性を考えていた。第 1 に両者が完全に独立に文章理解過程に影響する可能性がある。この場合、二つの認知要因の個人差は主効果として文章理解過程に働く

と考えられる（図 1 5－2 参照）。また、文章理解のそれぞれの処理と二つの認知的要因のうちのどちらかとの交互作用が生じることが想定される。しかし、二つの認知的要因の交互作用はないと考えられる。

第 2 に両者が相互作用的に影響する可能性も考えられていた。文章理解では様々な処理が行われて、それらによってワーキングメモリ容量が消費されることが考えられるが、その消費量が言語知識の個人差によって変動すると仮定する。また、様々な処理の組み合わせによって読み手のワーキングメモリ容量が使い尽くされてしまうかどうかはワーキングメモリ容量の総量の個人差の影響を受けると仮定する。つまり、言語知識が高ければ、文章理解に関わる処理によって消費されるワーキングメモリが少ないため、ワーキングメモリの総容量の低い人であっても効率的に文章理解が行われる。また、言語知識が低いと各処理で消費されるワーキングメモリは相対的に多くなるが、読み手に十分な大きさのワーキングメモリ容量があれば処理全体の困難度はそれほど高くないと考えられる。このような相互作用が生じると言語知識とワーキングメモリ容量がともに低い人が他の人に比べて文章理解の困難度が特に高くなること（図 1 5－3（a）参照）や両者がともに高い人が他の人に比べて理解成績が特に高くなること（図 1 5－3（b））が考えられる。

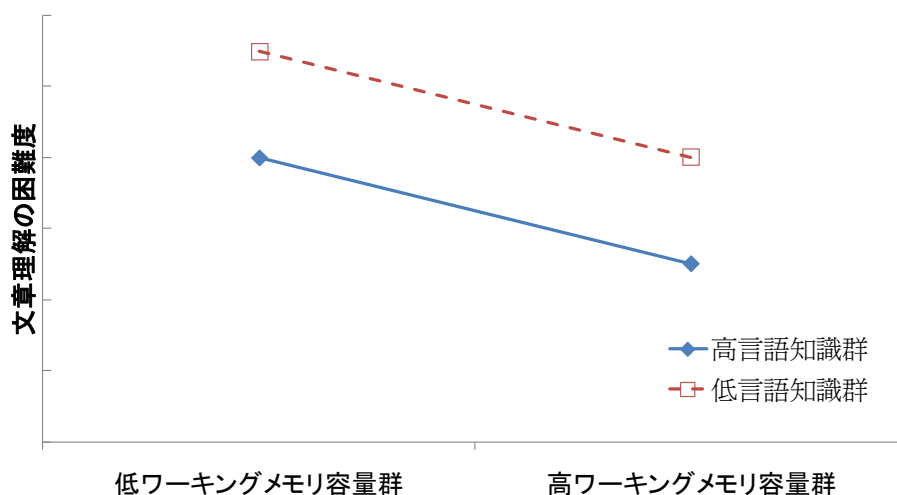


図 1 5－2

ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差に交互作用がないと仮定する場合の
各グループの文章理解の困難度

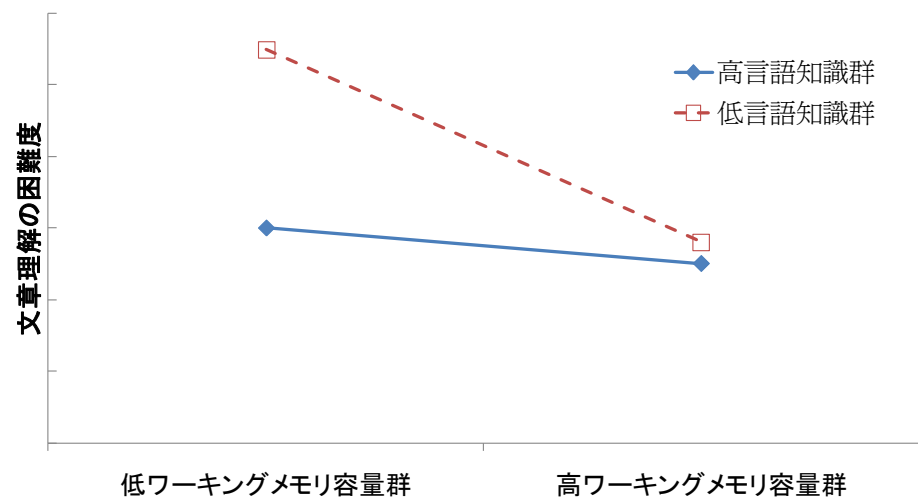


図 1 5 - 3 (a)

ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差に交互作用があることを仮定する場合の
各グループの文章理解の困難度：ケース 1

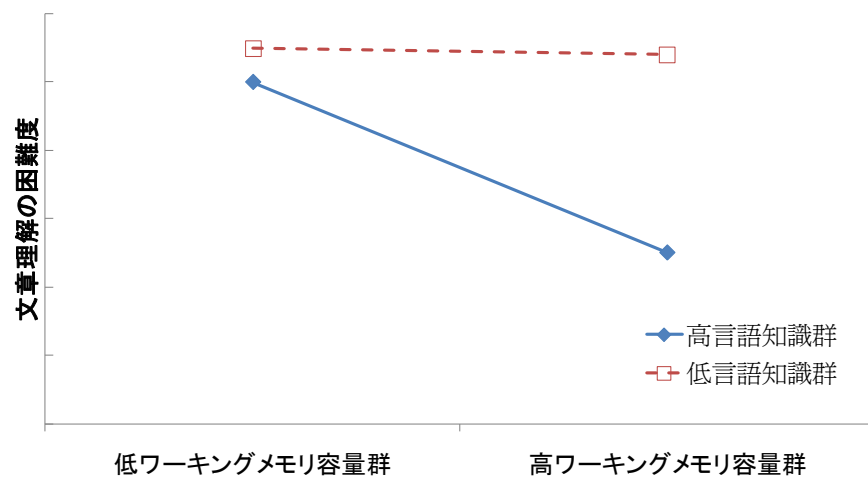


図 1 5 - 3 (b)

ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差に交互作用があることを仮定する場合の
各グループの文章理解の困難度：ケース 2

これらの二つの可能性に関して本研究の結果と合わせてみると、研究 3 で一般的な文章理解能力を指標とした場合には両者の影響は完全に独立していることが示されている。しかし、研究 3 の重回帰分析ではワーキングメモリ容量と言語知識の交互作用を重回帰方程式に投入して検討していないため後者の仮説が否定されたわけではない。

次に研究 4 の文章理解中の眼球運動パターンに関して、サッカードの距離を指標とした場合は言語知識の個人差のみが影響した。また、停留時間を指標とした場合には言語知識とワーキングメモリ容量の交互作用が有意だった。さらに停留時間の指標を詳しく分析した結果、単語を初めて見る段階では言語知識の個人差が主に影響し、読み直しの段階でワーキングメモリ容量の個人差が主に影響していた。これらの結果は二つの認知的要因が相互作用的に働くという仮定を支持していると考えられる。文章理解過程では最初に単語の意味検索や先行文脈との一貫性が保たれているかどうかの判断が行われると考えられるが、この段階では言語知識の個人差が影響すると考えられる。そして、単語の意味検索がうまくいかないときや文章内容の一貫性が保たれないときに生じる推論過程ではワーキングメモリ容量の個人差が影響すると説明できる。この説明は文章理解成績に対して二つの認知的要因の個人差が単に交互作用的に影響するというだけでなく、言語知識の個人差の影響がワーキングメモリ容量の個人差の影響に先行する結果が見られた。このような知見は文章理解の個人差を説明できるだけでなく、文章理解のメカニズムを解明する上でも示唆的であると考えられる。

さらに、研究 9 のかき混ぜ文の読み時間でも言語知識とワーキングメモリ容量の交互作用が見られた。両者が高いグループでは、かき混ぜであることが判明した文節のみにかき混ぜ文と規範語順文における読み時間の差異が現れた。しかし、他のグループでは次の文末にある文節にまでその影響が及んでいた。この結果は、二つの要因がともに高いグループは他のグループに比べてかき混ぜ文の理解の困難度が低かったことを示している。本研究では、かき混ぜが判明する位置において、統語構造の頻度効果とフィラーと空所の依存関係に関わる処理という二つの要因が影響することを仮定していた。さらに前者には言語知識の個人差が影響し、後者にはワーキングメモリ容量の個人差が影響することを仮定していた。この仮定をもとに得られた結果を解釈すると、二つの要因（頻度効果およびフィラーと空所の依存関係の処理）のそれぞれがワーキングメモリ容量を消費するので、言語知識とワーキングメモリ容量がともに高い人のみが相対的に低い困難度となったと説明できる。よってこの知見は統語的頻度効果によって消費されるワーキングメモリ容量が言語知識の個人差によって変動することを示唆している。

以上のように本研究で得られた結果より、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差は独立した主効果として働くだけでなく、交互作用的に働く場合もあることが示唆された。つまり、上述した図 15-3 (a)と(b)に示されているように、ワーキングメモリ容量

と言語知識の両者が高い群、もしくは両者が低い群は他の群に比べて特に文章理解成績が高くなる、もしくは低くなると考えられる。また、文章理解過程における同じ位置で二つの認知要因の個人差が相互作用的に働くことや二つの認知的要因が異なるプロセスで関連し合いながら影響することも示唆された。このような知見は2要因モデルのように二つの認知的要因の個人差を導入することで初めて得られるものであり、2要因モデルの妥当性を示していると考えられる。また、この知見はワーキングメモリ容量と言語知識の関連性および文章理解成績を説明する認知的要因について明らかにするものである。したがって、本研究は先行研究において不明瞭だった二つの認知的要因の関連性を明らかにし、文章理解の個人差を生み出すメカニズムの理解を従来の研究よりも深めたといえる。

15-3. 文章理解におけるワーキングメモリの役割

本研究は様々な文章理解課題の成績に対してワーキングメモリ容量の個人差が影響することを示した。以下では本研究で得られた結果をもとにして、文章理解におけるワーキングメモリの役割について考察する。さらに、従来の研究で提案されているワーキングメモリモデル（3-1-3を参照）について本研究の結果をもとに検討する。

本研究においてワーキングメモリ容量の個人差の影響が見られたのは以下の通りである。第1に文の音読過程における読み誤りの生起に関して、ワーキングメモリ容量が高い人ほど読み誤りが少ないことが示された（研究1）。この傾向は、単語の突っかかりや別の単語への言い換えで顕著であった。第2にワーキングメモリ容量が高い人ほど一般的な文章理解能力を測定する課題の成績が高かった（研究3）。また、この傾向は文章・談話レベルで特有の処理である複数の文の意味から登場人物の意図・心情を推論する必要のある問題の成績についても見られた。第3に文章を読む際にワーキングメモリ容量が高い人ほど一度読んだ箇所の読み直す時間が短いことが示された（研究4）。第4に単語の語彙判断課題においてワーキングメモリ容量の高い人は、容量の低い人に比べて音韻表象から生じる語彙的曖昧性を持つ単語に対する反応時間が短かった（研究5）。第5にかき混ぜ文の理解においてワーキングメモリ容量が高い人は、容量の低い人よりもかき混ぜ文の読み時間が短かった（研究7）。第6に統語的曖昧性を含む文を理解する際、視覚文脈の使用に関する方略の違いが眼球運動パターンに現れた（補足研究3）。

以上のように、ワーキングメモリ容量の個人差の影響は、文、単語といった特定の水

準の理解にのみ見られるわけではなく、全てのレベルの理解の様々な指標に影響していた。これらの結果の共通性を考えると、ワーキングメモリ容量の個人差が影響するのは一度に処理する情報が多いときであると考えられる。

一度に処理する情報量という観点で得られた結果を解釈すると以下ようになる。第 1 に文章の音読は、現在注視している単語を理解することに加えて既に理解した箇所を発話することが同時に求められるため、ワーキングメモリのほとんど全てを消費すると考えられており (Daneman & Carpenter, 1980; 荳阪・荳阪, 1994), ワーキングメモリ容量が高い人ほど読み誤りが少ないと説明できる。第 2 に文章・談話レベル特有の推論過程では、新しく出てきた単語の処理に加えて既に読み終えた箇所の理解内容とのつながりの計算が必要となるためワーキングメモリ容量の大部分を消費すると考えられる (Daneman & Carpenter, 1980; van Dijk & Kintsch, 1983)。また、このような推論過程は文章を読む際の読み直しに反映されると考えられる。第 3 に単語の語彙判断課題で単語の音韻表象が複数の語彙項目と一致する場合には、語彙的曖昧性が生じて複数の表象がワーキングメモリで保持される必要があると考えられる。したがって、そのような場合は音韻表象が単一の語彙項目のみに一致する場合と比較してワーキングメモリ容量を多く消費するためにワーキングメモリ容量の個人差が重要となると考えられる。同様の説明は統語的曖昧性が生じる場合にも当てはまると考えられる。かき混ぜ文の理解では一時的に複数の統語構造を構築することが可能になるので統語的曖昧性が生じると言える。統語的曖昧性が解消されないままだと、複数の統語構造を保持しながら新たに出現した単語の意味を処理しなければならないため、ワーキングメモリの容量を使い尽くす可能性が出てくる。また、視覚的な文脈のある状況で統語的曖昧性を含む文を聞く場合、曖昧性によって生じる複数の解釈の保持にワーキングメモリ容量の多くを消費されると考えられる。したがって、視覚文脈の中のそれぞれの解釈に対応するオブジェクトの位置の保持が困難になると考えられるが、ワーキングメモリ容量の高い人は低い人に比べて、対応するオブジェクトの位置を心的に保持するだけのワーキングメモリ容量が残されているため外部記憶としての視覚文脈に依存する傾向が低いと説明できる。

以上のようにワーキングメモリが文章理解過程で果たす主要な役割は情報の一時的な保持であり、一度に処理または保持を行う容量の個人差によって文章理解に伴う様々な処理が影響を受けることが示唆された。この知見は Just & Carpenter (1992) や van Dijk & Kintsch (1983) などの先行研究でも指摘されている。本研究では、様々な文章課題を

用いることによって、文章、文、単語といった特定の水準の理解にのみでワーキングメモリによる情報の保持が行われるのではなく、単語、文、文章・談話という全てのレベルの理解に伴う処理の個人差が同じメカニズムによって説明されることを示したといえる。

次に本研究の結果をもとにして、3-1-3で取り上げたワーキングメモリのモデルを比較する。最初に単一処理容量モデル（Daneman & Carpenter, 1980; Just & Carpenter, 1992）について検討する。単一処理容量モデルは、言語的な情報の処理と保持が単一のワーキングメモリ容量を消費することを仮定している。また、ワーキングメモリ容量の個人差が生まれる要因として容量自体の大きさと処理の効率という二つの要因を挙げている。この仮定ではワーキングメモリ容量に個人差があることを仮定しているので、上述の2要因モデルと同じように一度に処理される情報量が多くなるとワーキングメモリ容量の個人差の影響が見られるという結果を説明することができる。問題となるのは第2の仮定であり、単一処理容量モデルでは処理の効率が高い人ほどワーキングメモリ課題の成績が高くなることを予測している。この仮定に関連して、研究3ではリーディングスパンテスト得点と様々な言語知識の測度（百羅漢テスト得点、WAIS-R 単語下位テスト、WAIS-R 知識下位テスト）との相関が有意とならなかった。言語知識が高いことは処理の効率に影響するという研究5の結果を考慮すると、言語知識の高い人はワーキングメモリ課題の成績が高くなるのがこの仮定から予測されるが、本研究の結果とは一致しない。したがって、単一処理容量モデルは本研究の結果の一部を説明できるものの、処理効率に関する仮説を修正する必要があると考えられる。

次に複数処理容量モデル(Caplan & Waters, 1999; Waters & Caplan, 1996)について検討する。複数処理容量モデルは文理解のために必要な文理解ワーキングメモリ容量と文を理解した後の表象を保持するための文理解後ワーキングメモリ容量という二つの独立したワーキングメモリ容量を仮定していた。また、本研究で用いたリーディングスパンテストの得点は後者の文理解後ワーキングメモリ容量を反映していると仮定されていた。よって、リーディングスパンテスト得点の個人差は文章理解中の推論過程の効率を反映した指標との関連性が予測されるが、文理解中の処理の効率を反映した指標との関連性は予測されない。前者の予測はリーディングスパンテスト得点が文章の登場人物の意図・心情を推論する問題の成績（研究3）や文章理解中の単語の読み直し時間（研究4）との関連性が見られたという結果によって支持されている。しかし、研究7の結果

は複数処理容量モデルの予測とは異なっていた。研究 7 においてリーディングスパンテストで測定されるワーキングメモリ容量の個人差は、統語的曖昧性の処理の効率も予測可能であることが示されている。統語処理の負荷を説明するのは文理解ワーキングメモリ容量であり、文理解後ワーキングメモリ容量では統語処理の効率を予測はできないという仮定とリーディングスパンテスト得点は文理解後ワーキングメモリ容量を測定しているという仮定は複数処理容量モデルの主要な主張である。これらの仮定が本研究の結果と矛盾することから複数処理容量モデルは本研究の全ての結果を説明することができない。

次に複数モダリティバッファモデルについて検討する。複数モダリティバッファモデルは音声・音韻情報と形態・位置情報を保持するための独立した貯蔵スペースとそれらを統制する中央実行系から構成されるワーキングメモリを仮定している。ここで仮定されるように、文章理解中の音声・音韻情報に関連した処理の個人差とワーキングメモリ容量の個人差との関連性を示唆するようなデータが本研究でも得られている。研究 1 においてワーキングメモリ容量が高い人ほど音読における読み誤り、特に突っかかりや別の単語への言い換えが少なかった。この結果はワーキングメモリ容量の高い人ほど理解・発話のための音韻表象が安定していることを示唆している。また、研究 7 の語彙判断課題において、単語の音韻表象が複数の語彙と一致するような語彙的曖昧性を持つ場合、ワーキングメモリ容量の高い人ほど反応時間が短いことが示された。この結果に関して興味深いのは、語彙的曖昧性とワーキングメモリ容量の交互作用がひらがな表記の場合に加えて漢字表記の場合も見られたことである。漢字で表記された単語の語彙判断を行う場合、たとえ音韻的には複数の語彙と結びついていたとしても、漢字の表記によってその曖昧性は解消可能である。漢字表記語の処理が視覚的な表記を中心に行われるならば、漢字表記語で音韻表象から生じる曖昧性の効果は見られないと考えられる。しかし研究 7 の結果は漢字表記語もひらがな表記語と同じように音韻表象による語彙的曖昧性を持つ場合、ワーキングメモリ容量の個人差が反応時間に影響することを示している。したがって、本研究の結果は漢字表記語であっても先に音韻表象が形成されて、それがワーキングメモリ内の音韻ループで保持されると解釈できる。3-1-3 の中で音韻表象の保持について明記しているのは本モデルだけなので、これらの結果を説明できるという点で他のモデルに比べて本モデルの妥当性は高いといえる。また、ワーキングメモリ容量の高い人ほど登場人物の意図・心情を推論する問題の成績が高かったこと(研

究 3) や文章を読む際の読み直し時間が短かったこと (研究 4) も文章理解中の推論が音韻表象を媒介に音韻ループを使用しながら行われると仮定することで説明可能である。

しかし、複数モダリティバッファモデルでは説明しきれない結果として以下のようなものがある。第 1 に研究 7 のかき混ぜ文の読みにおいて、ワーキングメモリ容量が高い人は低い人よりも読み時間が短かった。第 2 に補足研究 3 で統語的曖昧性を含む文を聞いているときの視覚文脈の注視パターンを指標とした場合、ワーキングメモリ容量の高い人は文の解釈に対応するオブジェクトを注視し続けなくてもスムーズに解答することができた。これらの結果はワーキングメモリ容量の高い人が統語的曖昧性によって生じた複数の解釈を保持するだけの十分な容量を持つことを示唆していると考えられる。統語的曖昧性によって生じる複数の解釈が音韻ループで保持されると仮定すればこれらの結果も説明することができる。しかし、統語的表象には音声・音韻情報が付随していないと考えられるので音韻ループに統語的な解釈の表象が保持されることを明らかにする必要があるのであるだろう。

次に抑制モデルについて検討する。抑制モデルは現在の行動の目標を保持し、それとは関連のない情報の処理によって目標の保持が損なわれないように注意を制御することをワーキングメモリの役割として仮定していた。このような枠組みで本研究の結果を解釈すると、ワーキングメモリ容量の低い人ほど文章の音読中の読み誤りが多いという結果 (研究 1) は、文を音読するときに実際に書かれていることば以外の情報をうまく抑制できないために読み誤りが数多く生じるためであると説明できる。また、ワーキングメモリ容量の高い人ほど登場人物の意図や心情を推論する問題の成績が高いこと (研究 3) や文章理解中の単語の読み直しの時間が短いこと (研究 4) は、文章理解中の推論過程においてワーキングメモリ容量の高い人ほど文脈に関連しない情報をうまく抑制できたためであると解釈できる。しかし以下のような結果は抑制機能の効率だけでは説明できない。第 1 に単語の語彙判断課題 (研究 5) において、ワーキングメモリ容量の高い人は音韻表象から生じる語彙的曖昧性を含む単語の反応時間が容量の低い人よりも短かった。第 2 にかき混ぜ文の理解 (研究 7) において、ワーキングメモリ容量が高い人ほど統語的曖昧性が生じていると考えられる領域の読み時間が短かった。第 3 に統語的曖昧性を含む文の理解 (補足研究 3) において、統語的曖昧性が生じている間の視覚文脈の注視パターンにワーキングメモリ容量の高低が影響したが、曖昧性を解消する単語を聞いている間の視覚文脈の注視パターンにはワーキングメモリ容量の個人差が影響し

なかった。以上のうち、三つ目の結果は特に抑制モデルの予測と一致しないと考えられる。抑制モデルが仮定するように、リーディングスパンテストの得点が課題と非関連の情報の効率的な抑制能力にあるのだとすると、統語的曖昧性が解消された後でワーキングメモリ容量の高い人ほど誤った解釈に対するオブジェクトの注視確率がより速く低下すると予測される。しかし、結果はこの予測と一致せず、誤った解釈に対応するオブジェクトの注視の減少や正しい解釈に対応するオブジェクトへの注視の増加にワーキングメモリ容量は影響しなかった。

最後に長期ワーキングメモリモデルについて検討する。長期ワーキングメモリモデルは、長期ワーキングメモリと短期ワーキングメモリという二つのワーキングメモリが独立に働くことを仮定している。ただしワーキングメモリの個人差の原因として長期ワーキングメモリのみを挙げており、短期ワーキングメモリ容量には個人差を認めていない。したがって長期ワーキングメモリモデルでは、リーディングスパンテスト得点や文章理解成績の個人差が長期ワーキングメモリの効率的な使用に関する指標となっていると解釈している。この仮定にもとづく研究3におけるリーディングスパンテストと文章理解成績の正の相関は長期記憶ワーキングメモリとして構築されるネットワークがリーディングスパンテストや文章理解成績の高い人ほど精緻なものであるためであると説明される。しかし、長期ワーキングメモリモデルの仮定は本研究における基礎的な知見と矛盾すると考えられる。本研究ではリーディングスパンテスト得点と百羅漢テスト得点との間に一貫して有意な相関が見られなかった。また、WAIS-R 単語下位テストや WAIS-R 知識下位テストの得点もリーディングスパンテスト得点との相関が見られなかった。リーディングスパンテスト得点における個人差が長期ワーキングメモリとして活性化されるネットワークによるものであるならば、リーディングスパンテスト得点の高い人は単語や一般常識的な知識を問う問題でも高い成績を上げると予測されるが、本研究の結果とは一致しなかった。

以上のように、各モデルは、本研究で得られた結果をそれぞれある程度説明することができる。しかし、本研究の結果の全てを十分に説明できるモデルはなかった。本研究の2要因モデルに最も近いのは、単一処理資源モデルであると考えられる。なぜなら単一処理資源モデルは、処理と保持に用いることが可能な容量と処理の効率の両者に個人差があることを仮定しているためである。本研究で提案した2要因モデルはワーキングメモリ容量の個人差は処理の効率で変化するのではなく、言語知識の個人差によって処

理の困難度が変動し、ワーキングメモリの消費量が変動すると考えている。よって、単一処理資源モデルにおける処理の効率の影響に関する仮定を言語知識の個人差に関連付ければ、本研究の結果の大部分を説明できると考えられる。

15-4. 文章理解における言語知識の役割

本研究は言語に関連する経験に大きな個人差があると考え、経験によって蓄積された知識の総体として言語知識を定義した。特定のジャンルに偏らない知識の総称として言語知識を仮定したことの妥当性は、研究3において単語に関する知識、一般常識的な知識、漢字の表記に関する知識の間に高い正の相関が得られたことによって支持されている。

本研究において言語知識の個人差によって影響を受けた文章理解課題の指標は以下の通りである。第1に文の音読において言語知識の高い人ほど単語の読み間違いや言いよどみが少なかった(研究1)。第2に一般的な文章理解成績に対してワーキングメモリ容量とは独立した寄与が言語知識にあることが示された(研究3)。第3に文章理解中の眼球運動パターンに関して、言語知識が高い人ほどサッカードの距離が長く、単語を最初に見たときの停留時間が短いことが示された(研究4)。第4に単語の語彙判断課題において非単語の漢字文字列に対して誤って単語と答える誤りが語彙知識の高い人ほど少なかった。また、カテゴリー判断課題では言語知識の高い人ほど反応時間が短いことが示された(研究5)。第5に文理解課題において言語知識の高い人ほど出現頻度の低い単語を含む文の読み時間が短く、理解成績が高かった(研究6)。第6にかき混ぜ文の理解において言語知識の高い人ほどかき混ぜ文の読み時間が短かった(研究7)。

研究2において言語知識の測度である百羅漢テスト得点が読書量と正の相関関係にあることが示されており、この結果は言語知識の個人差が言語に関する経験の多少から生まれるという2要因モデルの仮定を支持している。また、研究3において語彙(WAIS-R 単語下位テスト得点)や一般常識的な知識(WAIS-R 知識下位テスト得点)や漢字の表記の知識(百羅漢テスト得点)という様々な知識が互いに正の相関関係にあったことは、言語経験を積み重ねることで様々なタイプの知識が蓄積されると説明できることから、この仮定を支持していると考えられる。また、これらの結果から言語知識の個人差が影響する文章理解過程の特徴として意味検索過程と頻度効果が考えられる。

単語の意味検索過程と言語知識の個人差との関連性から本研究の結果を解釈すると以

下ようになる。第 1 に言語知識が高い人ほど音読における単語の読み誤りが少なかったこと（研究 1）は、言語経験を蓄積することで漢字単語の表記と音韻表象の結びつきが安定することを示唆している。また、言語知識の高い人が低い人に比べて言いよどみが少ないという結果は、言語に関連した経験を積み重ねて、知識が増加するとともに既に持っている知識を繰り返し使用することでスムーズに検索することができるようになることを示唆している。

第 2 に百羅漢テスト得点、WAIS-R 単語下位テスト得点、WAIS-R 知識下位テスト得点の間に互いに正の相関が見られた（研究 3）。つまり、これらの測定される様々な知識は言語経験に依存しており、言語経験が積み重なるにつれて様々なタイプの知識を検索する効率が高まると考えられる。

第 3 に文章理解中の眼球運動を分析した結果、言語知識が高い人ほどサッカードの距離が長く、単語を最初に見たときの停留時間が短いことが示されている（研究 4）。これらの結果は、研究 1 の言いよどみの結果と同様であり、言語知識が高い人ほど単語を最初に見たときの意味検索過程の効率が低いことを示唆している。

第 4 に言語知識が高い人ほど非単語の文字列を誤って単語と判断することが少なかったこと（研究 5 の語彙判断課題）は、言語知識の中に単語の表記の知識が含まれており、それが文章理解中の意味検索に影響することを示唆している。また、言語知識が高い人ほど単語の意味カテゴリー判断が速かったこと（研究 5 のカテゴリー判断課題）は、言語知識が高まるにつれて意味検索の効率も高まることを示唆している。

以上をまとめると、言語知識の個人差は、様々なタイプの知識の獲得に影響するだけでなく、獲得された知識がどれくらい効率的に検索されるのかにも影響すると考えられる。

次に頻度効果と言語知識の個人差という観点から本研究の結果を解釈すると以下のようになる。第 1 に言語知識が高い人ほど出現頻度の低い単語を含む文を正確に理解し、読み時間が短かったこと（研究 6）は、4-2-2-1 で論じた 2 要因モデルにおける単語の出現頻度の効果と言語知識の交互作用によって説明される。出現頻度の低い単語は高い単語と比較して処理の経験が乏しいために処理負荷が高いと考えられる。ただし、言語知識の高い人は、言語に関連した経験を数多くもつため、出現頻度の低い単語であってもある程度の処理経験を持つと考えられる。また出現頻度の高い単語は言語知識の低い人であっても十分な経験を持つと考えられる。これらに基づくと、出現頻度の低い

単語を処理する際に生じる頻度効果は言語知識の低い人よりも高い人で小さくなると考えられる。研究6で得られた結果はこの仮定と一致しており、出現頻度の高い単語を含む文では言語知識の個人差は影響せず、出現頻度の低い単語を含む文では言語知識が高い人ほど読み時間が短くなった。

第2にかき混ぜ文の読み時間に言語知識の個人差が現れたことも頻度効果と言語知識の個人差の交互作用によって説明できる。かき混ぜ文は規範語順の文に比べて極端に出現頻度が低く (Yamashita, 2002), それを反映して処理負荷が高くなると考えられる。ここで、言語知識の個人差が統語的な頻度効果に対しても単語の出現頻度効果と同様に影響すると仮定すると、出現頻度の高い統語構造を持つ文では言語知識の個人差が影響しないが、出現頻度の低い統語構造を持つ文では言語知識の低い人よりも高い人で処理負荷が低くなると考えられる。本研究の結果はこの仮定と一致しており、規範語順文では言語知識の個人差の影響は見られなかった。しかし、かき混ぜ文では言語知識が高い人ほど読み時間が短かった。しかも、かき混ぜ文における言語知識の個人差の効果は文末動詞、つまりかき混ぜであることが判明した後で現れたこともこの仮定を支持している。統語構造の頻度によって文理解における処理負荷が異なるという考えは Cuetos & Mitchell (1988)や Mitchell et al. (1995) で検討されてきたが、先行研究では言語側の要因 (統語構造の頻度) のみが注目されており、読み手の個人差は考慮されていなかった。本研究では、読み手の個人差として言語経験の多少に基づく言語知識を仮定し、文理解における頻度効果が言語側の要因だけでなく、読み手側の要因 (言語知識) にも影響を受けることを示した。

15-5. 心理言語学・言語の心理学への示唆

心理言語学 (Psycholinguistics) では統語的複雑性や統語的曖昧性・語彙的曖昧性などの言語学的な分析が人間の言語理解・産出を実現する知識と一致するかどうかを検討されてきた。その方法として、言語学的な分析をもとに処理の困難さの異なる文の理解を比較して、読み時間や理解成績などにその困難度が反映されるかどうかを検討されてきた。一方、認知心理学は記憶の仕組みを基礎として文章理解における言語情報の記憶過程の解明を目指してきた¹¹。その方法として、様々な文章を読んだ後でどのような内

¹¹ 心理言語学 (Psycholinguistics) との区別として言語の心理学 (Psychology of language) と呼ばれることもある。

容を記憶しているのかが問われ、実際に読んだ文章と比較してどのような点が保持されるのかが検討されてきた¹²。このように二つの異なる研究背景をもとに異なる手法によって言語理解過程が研究されてきた。前者ではより言語的な要因を探ることに焦点が置かれ、後者ではより認知的な要因を明らかにすることに焦点が置かれていたと考えられる。

本研究の研究4から研究7において文章理解に対する認知的要因の個人差の影響を検討するというアプローチは両研究領域の中間に位置すると考えられる。例えばフィラーと空所の依存関係の処理や統語的曖昧性の処理といった要因は心理言語学で主に扱われている。一方、リーディングスパンテストは認知心理学でしばしば用いられるテストである。従来の研究では二つの研究領域間の対話は少なく、フィラーと空所の依存関係の処理における個人差は検討されてこなかった。また、リーディングスパンテストによって測定されるワーキングメモリ容量の個人差は、文章理解成績に対して主効果的に影響するかどうか主に検討されてきた。ただし、各研究領域でそれぞれの要因が文章理解過程に影響するメカニズムに関する議論を比較すると共通点が見られることがある。上記の例として、心理言語学におけるフィラーと空所の依存関係に伴う処理に関する考察では、既に処理された先行の単語の想起がメカニズムとして仮定されている。一方、認知心理学においてワーキングメモリが文章理解に果たす役割として、先行文脈で述べられた内容の保持と想起が挙げられている。これらの議論の共通性を考えると、フィラーと空所の依存関係の処理にはワーキングメモリ容量の個人差が影響する可能性が考えられる。実際に、研究7において、かき混ぜ文の中のフィラーと空所の依存関係に伴う処理が生じると仮定された領域でワーキングメモリ容量の高い人ほど読み時間が短いという結果が得られた。このような結果を心理言語学の視点から考えると、フィラーと空所の依存関係の処理が実際に行われていることをさらに裏付ける知見であると考えられる。他方、認知心理学の視点からこの結果を考察すると、文理解におけるワーキングメモリ容量のより詳細な役割を示唆するものであると考えられる。

本研究では、上述したフィラーと空所の依存関係とワーキングメモリ容量の個人差の関連性の他に、統語的曖昧性および語彙的曖昧性とワーキングメモリ容量の個人差の関

¹² ここでは二つの学問領域の対比に焦点を当てており、紹介した研究法はそれぞれの研究領域において典型例である。ここに挙げた以外の様々な研究手法がそれぞれの学問領域で提案されている。

連性や単語および統語構造の頻度効果と言語知識の個人差の関連性についても明らかにしてきた。本研究のアプローチは、文章理解過程の解明のために心理言語学で扱われてきた言語学的な要因と認知心理学で扱われてきた認知的な要因の両者の妥当性を検証できるという意味で優れていると考えられる。また、二つの研究領域をまたいだ学際的研究の必要性を示唆するものである。

ただし、本研究のアプローチは認知的な要因と言語学的な要因を同時に捉えようとするため、実験デザインが複雑になりやすいという短所もある。本研究のアプローチでは、認知的要因の個人差を検証するために比較的数量多くの被験者を必要とする。個人ごとに精緻な測定を行う実験方法上の制約を考慮すると実験データの取得に比較的時間がかかる。また、言語的要因と認知的要因の統計的な交互作用の有無が検証の重要な点となるが、高次の交互作用は比較的检测力が低いことにも注意する必要がある。本研究ではそれぞれの処理に関わる要因とそれに関連する認知的要因に関して理論的に予測を行っており、ワーキングメモリ容量と言語知識の個人差が文章理解において異なる影響を及ぼすことを理論に即した形で示したと考えられる。また、本研究は様々な文章理解課題を用いることで、二つの認知的要因が及ぼす影響が特定の課題や理解のレベルに依存するのではなく、それぞれの認知的要因が影響を及ぼす情報処理過程を示すことができたと考えられる。今後はこれまでに得られた知見をもとに、ワーキングメモリ要因または言語知識が主に影響するような言語学的要因を特定することで、実験全体のデザインの複雑さと検証したい内容のバランスを取り、十分な被験者数を確保しながら検討していく必要があるだろう。

1 5－6．教育への応用

ここでは本研究で得られた知見を教育へと応用する可能性について考察する。

1 5－6－1．教材や教示における工夫への応用

本研究では、大学生を対象に文章理解成績の個人差の予測要因としてワーキングメモリ容量と言語知識に注目した。教材や教示への工夫を考える際に、教育的介入を受ける対象がどのような人なのかを考える必要がある。仮に小学校の児童が教育的介入を受けると仮定すると、大学生を対象に得られた本研究の知見をそのままの形で適用するのは困難であると考えられる。なぜなら二つの認知的要因には発達的変化が想定されるため

である。実際、ワーキングメモリ容量は発達的に増加することが知られている（Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004）。ただし、児童を対象にした場合でもワーキングメモリ容量の個人差が文章理解課題成績や学業成績を予測可能であることが示されている（Hitch, Towse, & Hutton, 2001）。また、言語知識は言語経験に依存するので、児童は大学生に比べて言語知識が相当に低いと考えられる。児童を対象にした教育的支援へ本研究の知見を応用するための一つの方法として児童と大学生を発達的な連続として捉えることをここでは試みる（図15-4にワーキングメモリ容量と言語知識の測度の分布に関する予測を示す）。

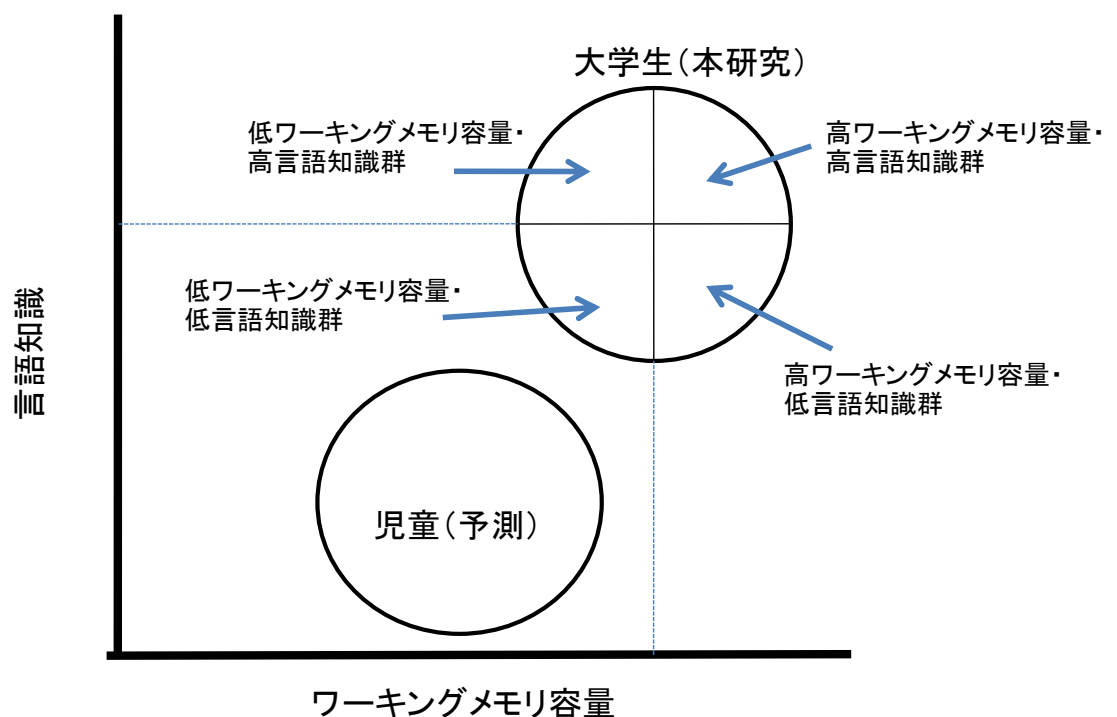


図15-4

大学生の連続として捉えた児童のワーキングメモリ容量と
言語知識の測度の分布に関する予測

図15-4に示すように、仮に児童を低ワーキングメモリ容量・低言語知識群として捉える。低ワーキングメモリ容量・低言語知識群の文章理解の特徴として、文章を読むスピードが遅く、読み返しが多いことが研究4で示されている。また、研究6では出現頻度の低い単語を含む文の読み時間が長くなり、正確な理解が困難であるも示されている。さらに、研究7において統合的曖昧性やかき混ぜなどを含む文を理解するのに時

間がかかることが示されている。これらの知見が低ワーキングメモリ容量・低言語知識群としての児童に当てはまると仮定すると、第1の工夫として児童が文章を読む際に、十分な時間をとることが考えられる。これは低ワーキングメモリ容量・低言語知識群が他の群に比べて単語に注視点が停留する時間が長く、読み返しが多いという研究4の知見に基づいている。ただし、時間内に一定の教育的な成果をあげるためには、教育的介入の時間的な制約や児童の集中の持続時間を考える必要がある。つまり、どのような文章についても一様に長く時間をとることは必ずしもいい成果を上げるとは限らないと考えられる。むしろ研究6や研究7の知見を生かして、出現頻度の低い単語を含む文章や統語的曖昧性を含む文、統語的複雑性の高い文などを読む場合に時間を特に長くとる方が有効であると考えられる。

第2の工夫としてある程度まとまった内容に文章を区切り、読む範囲を狭くして読み手に提示することが考えられる。研究4において低ワーキングメモリ容量の被験者は単語の読み直し時間が高ワーキングメモリ容量の被験者よりも長かった。このような結果が得られた要因の一つは文章の意味の一貫性が失われたと判断した後で、一貫性を保つための推論に必要な情報を広い範囲から探さなければならなかったことであると考えられる。したがって、文章のひとまとまりを短く区切って提示することで、そのような推論に必要な情報を探す範囲が縮まり、効率的に文章の意味の一貫性が保たれる可能性がある。

第3に研究4、研究6、研究7の知見を生かすと出現頻度の低い単語や統語的曖昧性を持つ文やかき混ぜ文などを使用しないことが読み理解を助けると考えられる。出現頻度の低い単語を含む文について、低ワーキングメモリ容量・低言語知識群は単に読み時間が長いだけでなく、理解成績も低かったことから特に児童には使用を避けるべきだと考えられる。また、かき混ぜ文や統語的曖昧性を含む文についても低ワーキングメモリ容量・低言語知識群は読み時間が長かったことから、これらの文を使用しないことが児童の読みの困難度を下げることにつながると考えられる。ただし、成人であっても自分が読んでいる文や話している言葉に統語的曖昧性があるかどうかを常に意識することは困難であるといわれている。また、かき混ぜ文は書き手が何らかの意図をもって使用することもある。よって、児童の教材の選定に上記のような方法を実践するためには特別な注意を払う必要があると考えられる。

また、補足研究3では視覚的文脈を見ながら一時的統語的曖昧性を含む文を聞く場合、

文の理解成績や反応時間にワーキングメモリ容量の個人差の影響が見られなかった。むしろ、ワーキングメモリ容量の個人差は統語的曖昧性が生じている間の複数の解釈を保持する方略に表れていた。ワーキングメモリ容量の高いグループは低いグループに比べて統語的曖昧性によって生じた複数の解釈の保持を自らの記憶（内部記憶）に頼っているようだった。一方、ワーキングメモリ容量の低いグループは解釈と一致する複数のオブジェクトを繰り返し見て、それらのオブジェクトを外部記憶として使用しているようだった。これらの結果は適切な視覚的文脈が外部記憶として働く場合には、ワーキングメモリ容量の低い人であっても高い人と同じくらいの効率で統語的曖昧性を含む文を理解できることを示唆している。この知見は、教授場面にも応用できる可能性がある。本研究の知見に基づくと、ワーキングメモリ容量の低い群は一度に処理する情報量が増加すると処理に困難を示すと考えられる。よって、文章の内容を適切にあらわした絵を文章とともに提示して、文章内容の外部記憶として活用可能にすれば、ワーキングメモリ容量の低い群の処理負荷を低減できると考えられる。また、一時的に解釈の曖昧性が生じるような文を提示する場合、適切な解釈の絵を同時に示すことは早い段階で曖昧性を解消することにも有効であると考えられる。

以上のような文章理解に対する教育的支援は日常の授業で既に行われている可能性もある。本研究の知見は、そのような工夫を行うことが文章理解過程に対してどのような意味を持つのかを説明するための基礎研究として位置づけられる。

15-6-2. 読み困難児の診断への応用

次に本研究の知見を診断的に応用する可能性について考えてみる。研究4において言語知識とワーキングメモリ容量の個人差は、サッカードの距離や停留時間に影響することが示された。言語知識が高い人ほどサッカードの距離が長く、単語を最初に見たときの停留時間が短かった。また、ワーキングメモリ容量が高い人ほど単語の読み直し時の停留時間が短かった。これらの結果は、認知的要因の個人差によって眼球運動パターンの特徴が異なることを示唆している。この知見を応用すれば読解成績の低い読み手の読書中の眼球運動パターンから読解成績が低くなる要因を特定できる可能性がある。例えば、文章を読む際に、読み手のサッカードの距離が全体的に短い場合、その文章を読むためには読み手の言語知識が低すぎる 것이予想される。また、単語に最初に停留した際の時間が長い傾向が見られる場合も言語知識の低さによって文章を読む進めることが

困難になっていると推論できる。また、各単語の読み時間を測定することによって、文章内のどの単語の理解に困難さを示しているかを特定できる。さらに、単語の読み直し時の停留時間が長い傾向がある場合、意味や表象の一貫性保持のための推論過程に何らかの問題が生じている可能性がある」と推論できる。以上のように、本研究で得られた文章理解中の眼球運動の個人差に関する知見は、読書理解に困難を示す児童においても原因特定する診断へと応用可能であると考えられる。読みが困難になる原因をある程度特定できれば、それに対応した具体的な支援法を用いることができるので、読み困難の克服へつながる可能性がある。

1 5－7．今後の研究の展開

本研究は、様々な文章理解課題と用いてワーキングメモリ容量と言語知識の個人差がどのように文章理解過程に影響するのかを検討してきた。得られた結果は、二つの認知的要因の個人差が文章理解過程における様々な処理に影響することを示唆している。以下では、このような知見を教育へと応用する可能性として教授法への応用を考える。また、研究で得られた知見の拡張の方向性として発達の視点を取り入れることの重要性について考察する。

1 5－7－1．教授法への応用

Snow（1980）はワーキングメモリ容量の増加が幼児の認知発達に及ぼす影響を検討している。さらに、それを生かした教授法の開発を行っている。Snow（1980）が認知的要因の発達を教授法に生かす上で、特に重視した考え方として適性処遇交互作用（Aptitude Treatment Interaction）が挙げられる。適性処遇交互作用とは、個人の「適性と処遇、つまり教授方法との間の統計学的交互作用である。ここでいう適性とは、従来、能力・適性といわれてきたような認知的能力に限らず、あらゆる心理学的個人差のうち、教授処理と関連して教授の結果に影響を及ぼし得るもの全てを含んでいる。処遇は、実験計画法の処理にあたり、具体的には教授方法をいう（並木，1997）。」並木（1997）の定義からも明らかなように、適性処遇交互作用は教授方法を主効果的に比較するのではなく、個々人の適性を個人差として取り入れることでどのような人にどのような教授法が合っているのかを検討することを目指している。

本研究で扱ったワーキングメモリ容量や言語知識は学習者側の適性と考えることがで

きる。実際にワーキングメモリ容量を学習者の適性に適性処遇交互作用を検討した研究に安藤・福永・倉八・須藤・中野・鹿毛（1992）がある。安藤他（1992）は小学校5年生を対象とした英語の教授法の比較実験をおこなった。この際、適性処遇交互作用に基づくデザインを行っている。処遇である教授法として文法中心的教授法とコミュニケーション・アプローチと呼ばれる教授法を実施した。また、被験者の適性として一般知能、流動性知能、ワーキングメモリ容量を測定している。その結果、文法中心的教授法はワーキングメモリ容量が高い人ほどその恩恵を受けて高い成績につながった。一方、コミュニケーション・アプローチはワーキングメモリ容量の低い人の成績を特に向上させることが示された。このように異なる処遇は、個々の被験者のワーキングメモリ容量によって異なる影響を与え、ワーキングメモリ容量の高低によって最適な教授法が異なると考えられる。

本研究では具体的な教授法の考案や検討を直接的に行っていない。ここではかき混ぜ文と規範語順文または統語的曖昧性を含む文と含まない文のような言語側の要因を処遇と仮に考えることで、本研究をミクロレベルの適性処遇交互作用の検討として捉えることを試みる。例えばある文章にかき混ぜ文が含まれている場合、低言語知識や低ワーキングメモリ容量の人がかき混ぜ文を読むことに困難を示すことが知られているので、これらの人たちに対しては規範語順文に直した形で提示することで、読みの困難度を低減させることができる。しかし、高言語知識・高ワーキングメモリ容量の人にとってかき混ぜ文に関わる処理負荷は比較的小さいので、このような操作は必要ない。このように読み手の適性に応じて、文章内の文の提示方法を調整することによって、読み手による理解の個人差を縮めていくことが可能であると考えられる。

次に本研究の知見を生かした学習法について考えてみる。研究4においてワーキングメモリ容量の低いグループの読み手は、読み直しに時間がかかることが明らかになっている。この知見を活かして、コンピュータを用いた学習法を考えてみることにする。

課題はある文章を読んでその内容を理解することとする。読み手は文章を読む前にリーディングスパンテストなどでワーキングメモリ容量を測定し百羅漢テストなどで言語知識を測定する。文章はコンピュータを用いて視覚提示する。ここで、学習者への支援として以下の二つの方法を考える。第1に読み手が分からない単語をクリックすると、その単語の辞書的な意味をサブ画面に提示する。言語知識の低い人は文章中に多くの未知語が存在する可能性があるため、このような支援は着実に文章を理解するために有効

であると考えられる。一方、言語知識が高い人にとってはこのような支援は不要であり、むしろ提示されない方が文章理解を中断させられない分だけ効率的に読み進めることが可能である。

第2の支援法として、読み手が分からない単語をクリックすると文章内でその単語の意味を推論するために有効な情報が別の色で提示される方法を考える。ワーキングメモリ容量の低い読み手は推論が困難であるために、文章全体の理解も損なう可能性があるが、推論の手掛かりとなる場所が自動的にマーキングされれば、推論に関わるコストを低減させて文章の全体的な理解を促進させる可能性がある。一方、ワーキングメモリ容量の高い読み手は、意味の分からない単語に直面したとしても先行文脈からの推論で理解を進められるので、このような支援は冗長であると考えられる。ここであらかじめ測定しておいたワーキングメモリ容量と言語知識の個人差に応じて支援方法を変えることを考える。高ワーキングメモリ容量・低言語知識群は文章内の情報の統合・推論に対する困難度は低い文章を読む上での知識が不足していると考えられるので、上記の辞書的な意味を提示する支援が有効であると考えられる。また、低ワーキングメモリ容量・高言語知識群は知識をある程度持っているが、文章全体の意味に関わる推論に対する負荷が高いので、推論に必要な情報のマーキングが有効であると考えられる。低ワーキングメモリ容量・低言語知識群には上記の二つの支援を組み合わせることで理解成績が高まると考えられる。最後に高ワーキングメモリ容量・低言語知識群については上記の支援を実施しなくても十分に高い理解成績をあげると予測される。このように、被験者の適性に応じて支援方法を変えることは全ての人が高い理解成績を得るために有効であると考えられる。この支援方法が本当に有効であるかどうかを検討することは、今後の研究課題としたい。

15-7-2. 発達の視点を取り入れた研究の可能性

本研究は大学生および大学院生を対象として文章理解成績の個人差の予測要因を考察してきた。本研究で得られた知見を教育的な研究へと応用するための一つの問題は、成人を対象として得られた知見を幼児や児童などへそのまま適用可能であるかどうかである。特に、本研究で取り上げたワーキングメモリは、生涯発達的な変化があることが多くの研究によって指摘されている (Chiappe et al., 2000; Gathercole et al., 2004; Hasher & Zacks, 1988)。また、言語を獲得・学習する段階にある児童にとっての認知

的要因の影響は、学習を高い水準で達成した成人にとってのそれとは異なる可能性も考えられる。ここでは幼児や児童における言語理解と認知要因の発達の関連性について考察する。

幼児の文理解に関する先行研究は、幼児と成人では文理解に関わる様々な要因が異なることを示している (Felser, Marinis, & Clahsen, 2003; Sekerina, Stormswold, & Hestvik, 2004; Snedeker & Trueswell, 2004; Trueswell, Sekerina, Hill, & Logrip, 1999)。Felser et al. (2003) は、幼児が以下の (40) のような統語的曖昧性文を聞く場合、ワーキングメモリ容量の高低によって解釈が変わることを示した。

(40) Someone shot the servant of the actress who was on the balcony.

(誰かがバルコニーの上にいる女優の召使いを撃った。)

(40) の文の関係節 (who was on the balcony) は被修飾語として先行する名詞 (the servant) と後続の名詞 (the actress) の両者をとることができる。実験の結果、ワーキングメモリ容量の高い幼児は先行する名詞を被修飾語として選ぶ傾向があった。一方、ワーキングメモリ容量の低い幼児は後続の名詞を被修飾語と考える傾向が見られた。Felser et al. (2003) は幼児を被験者とした場合でもワーキングメモリ容量の個人差が文理解の様式の個人差に関連することを示している。他の先行研究では幼児と成人とで文を理解する様式そのものに違いはないが、幼児は成人に比べて処理速度が遅いことが指摘されている (Sekerina et al., 2004)。さらに、幼児と成人では文理解中に語彙的な情報への依存する程度が異なることも示されている (Snedeker & Trueswell, 2004)。

上述のように幼児は文理解の様々な側面が成人と異なることが示されている。では幼児と成人の相違を生み出す要因は何であろうか。近年、幼児の認知的要因の中でも実行機能の発達が文理解過程に影響するという仮説が提案されている (Trueswell et al., 1999; Mazuka, Jincho, & Oishi, 2009)。Trueswell et al. (1999) は、成人と5歳児に視覚的文脈を与えてから (41) や (42) のような文を聴覚的に提示し、被験者に文を聞いてその通りに動作するように教示した¹³。

¹³ 視覚的文脈を提示した後で聴覚的に文を提示するというやり方は本研究の補足研究3に類似している。ただし、補足研究3では視覚文脈をパソコン画面に提示したのに対して、Trueswell et al. (1999) ではぬいぐるみや箱、バスケット、ナプキンなどを実際の事物によって提示している。

(4 1) Put the frog on the napkin in the box.

(ナプキンの上のカエルを箱の中に入れなさい。)

(4 2) Put the frog that's on the napkin in the box.

(ナプキンの上のカエルを箱の中に入れなさい。)

(4 1) の文を逐次的に (提示順に) 理解していると仮定すると、最初に命令文の動詞 **Put** であると解釈される。次に名詞句 (**the frog**) が動作の対象であり、先行する前置詞句 (**on the napkin**) が動作の目標と解釈される。しかし、後続する前置詞句 (**in the box**) に直面した時点で前の前置詞句は名詞句の修飾句であり、動詞の目標は後続の前置詞句であることが明らかになる。(4 2) の文は内容的に (4 1) と等しいが、関係代名詞 (**that**) が明示的に述べられているために (4 1) のような一時的な統語的曖昧性が生じない。成人を対象とした実験では (4 1) のような文を聞く場合、聞き手は一度誤った目標 (**napkin**) を見た後で正しい目標 (**box**) を見直し、文が述べるとおりの行動をとることが明らかになっている (Tanenhaus et al., 1995; Trueswell et al., 1999)。しかし、5 歳児を対象とした実験では最初の目標 (**napkin**) を **Put** の目標とする誤った解釈に対応する動作が数多く見られた。この結果を説明する主要な仮説の一つとして、子どもが一度解析した統語構造を取り下げられないことが考えられている。この仮説が正しいのならば、幼児は一度解釈した表象を抑制することが困難であると考えられる。一度構築された解釈の抑制については本研究の補足研究 3 でも検討されている。補足研究 3 では、ワーキングメモリ容量の高低によって統語的曖昧性が解消される領域における文とは非関連の解釈の抑制が検討されていた。結果としてワーキングメモリ容量の個人差は統語的曖昧性の解消と関連性を持つことが示されなかった。ただし、これは大学生を対象としているためである可能性がある。なぜなら抑制機能や実行機能は脳の中の前頭葉の機能との関連性が高いといわれており、前頭葉は二十代前半に完成する領域であるので、補足研究 3 の被験者は抑制機能が十分に発達した状態にあったと考えられるためである。また、数多くの認知発達研究は、幼児が自動的に活性化された動作を抑えることやルールを柔軟に切り替えることに困難を示すことを明らかにしている (Chelune & Baer, 1986; Zelazo, Muller, Frye, & Marcovitch, 2003; Diamond & Gilbert, 1989; Adleman, Menon, Blasey, White, Warsofsky, Glover, & Reiss, 2002)。上述した幼児の

文理解における誤った解釈の取り下げの困難さとルールの柔軟な切り替えの困難さは、観察される幼児の年齢に重なりがあることから、両者の要因が密接な関連性を持つことが予測される。ただし、この問題を直接的に検討した研究は今のところほとんどない。筆者はこの問題の検討を既に始めており、文理解と実行機能に関する知見を蓄積中である（Jincho, Mazuka, & Yamane, 2007; Minai, Jincho, Yamane, & Mazuka, 2008）。今後この問題をさらに検討することで、幼児または児童の文章理解にとってどのような認知要因が影響するのかを明らかにしていきたい。

引用文献

- Abney, S. P. (1989). A computational model of human parsing. *Journal of Psycholinguistic Research*, 18, 129-44.
- Adleman, N. E., Menon, V., Blasey, C. M., White, C. D., Warsofsky, I. S., Glover, G. H., & Reiss, A. L. (2002). A developmental fMRI study of the Stroop Color-Word task. *NeuroImage*, 16, 61-75.
- Albrecht, J. E., & Myers, J. L. (1995). Role of context in accessing distant information during reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1459-1468.
- Albrecht, J. E., & Myers, J. L. (1998). Accessing distant test information during reading: Effects of contextual cues. *Discourse Processes*, 26, 97-107.
- Albrecht, J. E., & O'Brien, E. J. (1993). Updating a mental model: Maintaining both local and global coherence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 1061-1070.
- Altmann, G. T. M. (1994). Regression-contingent analyses of eye movements during sentence processing: Reply to Rayner and Sereno. *Memory & Cognition*, 22(3), 286-290.
- Altmann, G. T. M., Garnham, A., & Dennis, Y. (1992). Avoiding the garden path. Eye movements in context. *Journal of Memory & Language*, 31, 685-712.
- Altmann, G. T. M., & Kamide, Y. (1999). Incremental interpretation at verbs: restricting the domain of subsequent reference. *Cognition*, 73, 247-264.
- 天野成昭・近藤公久 (1999). 「日本語の語彙特性」第1巻 単語親密度 三省堂
- 天野成昭・近藤公久 (2001). 「日本語の語彙特性」第7巻 頻度 三省堂
- Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R. (1981) Effects of prior knowledge on memory for new information. *Memory and Cognition*, 9, 237-246.
- 安藤寿康・福永信義・倉八順子・須藤毅・中野隆司・鹿毛雅治 (1992). 英語教授法の比較研究ーコミュニケーション・アプローチと文法的・アプローチー 教育心理学研究, 40, 247-256.

- Andrews, S. (1989). Frequency and neighborhood size effects on lexical access: Activation or search? *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 15, 802-814.
- Andrews, S. (1992). Frequency and neighborhood effects on lexical access: Lexical similarity or orthographic redundancy? *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 18, 234-254.
- Andrews, S. (1997). The effect of orthographic similarity on lexical retrieval: Resolving neighborhood conflicts. *Psychonomic Bulletin and Review*, 4, 439-461.
- Aoshima, S., Phillips, C., & Weinberg, A. (2004). Processing filler-gap dependencies in a head-final language. *Journal of Memory and Language*, 51, 23-54.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W Spence (ed.) *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. New York: Academic Press.
- Baayen, R. H. (2004). Statistics in Psycholinguistics: A critique of some current gold standards. In *Mental Lexicon Working Papers 1* Edmonton, Canada Pp. 1-45.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.
- Baddeley, A. D., Eldridge, M., & Lewis, V. (1981). The role of subvocalization in reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33, 439-454.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation Vol. 8*. Academic Press, New York: NY. Pp. 47-89.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.) , *Models of working memory: Mechanism of active maintenance and executive control*. Cambridge University Press.

- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Balota, D. A., & Chumbley, J. I. (1984). Are lexical decisions a good measure of lexical access? The role of word frequency in the neglected decision stage. *Journal of Memory and Language*, 24, 89-106.
- Bell, L. C., & Perfetti, C. A. (1994). Reading skill: Some adult comparisons. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 244-255.
- Berwick, R. C. & Weinberg, A. (1984). *The grammatical basis of linguistic performance: Language use and acquisition*. MIT Press.
- Bever, T. G. (1970). The cognitive basis for linguistic structures. In J. R. Hayes (Ed.), *Cognition and the development of language*. New York: John Wiley. Pp. 279-362.
- Bower, G. H., Black, J. B., & Turner, T. J. (1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology*, 11, 177-220.
- Braze, D. (2006). Skill-related differences in the online reading behavior of young adults. Paper presented at the 13th Annual Meeting of Society for the Scientific Study of Reading.
- Bransford, J. D., & Johnson, M. K. (1972). Contextual prerequisites for understanding: Some investigators of comprehension and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4, 717-726.
- Brooks, L. R. (1967). The suppression of visualization by reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 289-299.
- Buswell, G. T. (1922). *Fundamental reading habits: A study of their development* (Vol. 21). Chicago: University of Chicago Press.
- Caplan, D., & Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 77-126.
- Chase, W. G., & Ericsson, K. A. (1982). Skill and working memory. In G. H. Bower (Ed.), *Visual information processing* (pp. 215-281). New York: Academic Press.

- Chelune, G. J., & Baer, R. A. (1986). Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8, 219-28.
- Chiappe, P., Hasher, L., & Siegel, L. S. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory and Cognition*, 28, 8-17.
- Chomsky, N. (1986). *Knowledge of Language: Its nature, Origin, and Use*. Praeger.
- Clark, H. H. (1973). The language-as-fixed-effect fallacy: A critique of language statistics in psychological research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12(4), 335-359.
- Clark, H. H., & Clark, E. V. (1977). *Psychology and language: An introduction to psycholinguistics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Cohen, J. D., MacWhinney, B., Flatt, M., & Provost, J. (1993). PsyScope: An interactive graphic system for designing and controlling experiments in the psychology laboratory using Macintosh computers. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 25(2), 257-271.
- Coltheart, M. C., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204-256.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J., & Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. In S. Dornic (Ed.), *Attention and performance VI* (pp. 535-555). NJ: Erlbaum.
- Conrad, N., Freeman, P. R., & Hull, A. J. (1965). Acoustic factors versus language factors in short-term memory. *Psychonomic Science*, 3(2), 57-58.
- Conrad, N., & Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432.
- Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 354-373.
- Cooper, R. M. (1974). The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing. *Cognitive Psychology*, 6, 84-107.

- Cuetos, F., & Mitchell, D. C. (1988). Cross-linguistic differences in parsing: Restrictions on the use of the late closure strategy in Spanish. *Cognition*, 30, 73-105.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M., & Green, I. (1986). Individual differences in comprehending and producing words in context. *Journal of Memory and Language*, 25(1), 1-18.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 422-433.
- Della Sala, S., & Logie, R. H. (1993). When working memory does not work: The role of working memory in neuropsychology. In F. Boller & H. Spinner (Eds.), *Handbook of neuropsychology Vol. 8*, Elsevier: Amsterdam, Pp. 1-63.
- Diamond, A. & Gilbert, J. (1989). Development as progressive inhibitory control of action: Retrieval of a contiguous object. *Cognitive Development*, 4, 223-249.
- Dixon, P., LeFevre, J., & Twilley, L. C. (1988). Word knowledge and working memory as predictors of reading skill. *Journal of Educational Psychology*, 80, 465-472.
- Eddy, J. K., & Glass, A. L. (1981). Reading and listening to high and low imagery sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 333-345.
- Ellis, N. C., & Hennelly, R. A. (1980). A bilingual word-length effect: Implications for intelligence testing and the relative ease of mental calculation in Welsh and English. *British Journal of Psychology*, 71, 43-51.
- Engle, R. W. (1994). Memory. In Robert J. Sternberg (Ed.), *Encyclopedia of Human Intelligence*, NY: Macmillan, Pp. 700-704.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). New York: Cambridge University Press.

- Engle, R. W., Nations, J. K., & Cantor, J. (1990). Is “working memory capacity” just another name for word knowledge? *Journal of Educational Psychology*, **82**, 799–804.
- Ericsson, K. A. (1985). Memory skill. *Canadian Journal of Psychology*, **39**, 188-231.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, **102**, 211-245.
- Felser, C., Marinis, T. & Clahsen, H. (2003). Children’s processing of ambiguous sentences: a study of relative clause attachment. *Language Acquisition: A Journal of Developmental Linguistics*, **11**, 127–163.
- Feng, G., Mazuka, R., & Jincho, N. (2005). Eye movement planning in reading Japanese, Chinese, Korean, and English. 日本認知科学会第 22 回発表論文集, 120-121.
- Ferreira, F., & Clifton, C. Jr. (1986). The independence of syntactic processing. *Journal of Memory and Language*, **28**, 348-368.
- Fischer, B., & Glanzer, M. (1986). Short-term storage and the processing of cohesion during reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, **38**(3), 431-460.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind: An essay on faculty psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Forster, K. I., & Chambers, S. M. (1973). Lexical access and naming time. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, **12**, 627-635.
- Frazier, L. (1987). Theories of syntactic processing. In: Garfield, J. (Ed.), *Modularity in Knowledge Representation and Natural Language Processing*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Frazier, L. & Clifton, C. (1996). *Construal*. MIT Press.
- Frazier, L., & Fodor, J. D. (1978). A sausage machine: A new two-stage parsing model. *Cognition*, **6**, 291-325.
- Frazier, L., & Rayner, K. (1982). Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology*, **14**, 178-210.

- Frederiksen, J.R. (1981). Sources of process interaction in reading. In A.M. Lesgold & C.A. Perfetti (Eds.), *Interactive processes in reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 78-84.
- Friederici, A. D., Fiebach, C. J., Schlesewsky, M., Bornkessel, I. D., & von Cramon, D. Y. (2006). Processing linguistic complexity and grammaticality in the left frontal cortex. *Cerebral Cortex*, 16(12), 1709-1717.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2000). Differential roles for visuospatial and verbal working memory in situation model construction. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 61-83.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The reading span test and its predictive power for reading comprehension ability. *Journal of Memory and Language*, 51, 136-158.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. East Sussex: Psychology Press.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177-190.
- Gernsbacher, M. A. (1984). Resolving 20 years of inconsistent interactions between lexical familiarity and orthography, concreteness, and polysemy. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 256-280.
- Gibson, E. (1998). Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition*, 68, 1-76.
- Glanzer, M., Dorfman, D., & Kaplan, B. (1981). Short-term storage in the processing of text. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20(6), 656-670.
- Glanzer, M., Fischer, B., & Dorfman, D. (1984). Short-term storage in reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23(4), 467-486.
- Goff, D. A., Pratt, C., & Ong, B. (2005). The relations between children's reading comprehension, working memory, language skills and components of reading decoding in a normal sample. *Reading and Writing*, 18, 583-616.

- Gorrell, P. (1987). Studies in human syntactic processing: ranked-parallel versus serial models. PhD thesis, University of Connecticut, Storrs.
- Graesser, A. C., Olde, B., & Klettke, B. (2002). How does the mind construct and represent stories? In M. C. Green, J. J. Strange & T. C. Brock (Eds.), *Narrative impact: Social and cognitive foundations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 229-262.
- Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review*, 101, 371-395.
- Graesser, A. C., & Wiemer-Hastings, K. (1999). Situation models and concepts in story comprehension. In S. R. Goldman, A. C. Graesser & P. van den Broek (Eds.), *Narrative comprehension, causality, and coherence: Essay in honor of Tom Trabasso*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 77-92.
- Guo, T., Peng, D., & Liu, Y. (2005). The role of phonological activation in the visual semantic retrieval of Chinese characters. *Cognition*, 98(2), B21-B34.
- Haenggi, D., Kintsch, W., & Gernsbacher, M. A. (1995). Spatial situation models and text comprehension. *Discourse Processes*, 19, 173-199.
- Hambrick, D. Z. (2003) Why are some people more knowledgeable than others? A longitudinal study of knowledge acquisition. *Memory & Cognition*, 31, 902-917.
- Hartman, M., & Hasher, L. (1991). Aging and suppression: Memory for previously relevant information. *Psychology and Aging*, 6, 587-594.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation, Vol. 22* (pp. 193-225). New York, NY: Academic Press.
- Haviland, S. E., & Clark, H. H. (1974). What's new? Acquiring information as a process in comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 512-521.
- Hitch, G.J. (1990). Developmental fractionation of working memory. In G. Vallar and T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairment of short-term memory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hitch, G. J., Towse, J. N., & Hutton, U. (2001). What limits children's working

- memory span? Theoretical accounts and applications for scholastic development. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 184-198.
- Hogaboam, T. W., & Perfetti, C. A. (1978). Reading skill and the role of verbal experience in decoding. *Journal of Educational Psychology*, 70(5), 717-729.
- Horn, J. L., & Hofer, S. M. (1992). Major abilities and development in the adult period. In R. J. Sternberg & C. A. Berg (Eds.) *Intellectual development*, Cambridge University Press Pp.44 -99.
- Hutchins, S., & Palmer, C. (2008). Repetition priming in music. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 693-707.
- 稲田俊明 (1998). 生成文法：目標と理念 田窪行則・稲田俊明・中島平三・外池滋生・福井直樹（編著）岩波講座言語の科学 6 生成文法 岩波書店 Pp.1-47
- 井上雅勝(1998). ガーデンパス文の読みと文の理解 荻阪直行（編）読み：脳と心の情報処理 朝倉書店
- 井関龍太 (2004). テキスト理解におけるオンライン理解メカニズム ―状況モデル構築過程に関する理論的外観― 心理学研究, 75, 442-458.
- 神長伸幸 (2003). 読みの情報処理における個人差 ―ワーキングメモリと語彙数による検討―早稲田大学教育学研究科修士論文（未公刊）
- 神長伸幸・小谷健弘・並木博 (2003). 漢字画数数え課題におけるワーキングメモリの影響. 日本教育心理学会第 45 回総会 発表論文集 611.
- 神長伸幸・木村円・馬塚れい子 (2002). 文理解過程の個人差：ガーデンパス文理解に及ぼす語彙数・ワーキングメモリ容量の影響, 日本認知科学会第 19 回大会発表論文集, 40-41.
- Jincho, N., Mazuka, R., & Yamane, N. (2007). No, there is no cat in the second place! Children's incremental processing of prenominal modifiers and executive control of response inhibition. Paper presented at the 20th annual CUNY conference on human sentence processing.
- Johnson, M. (1996). Resource sensitivity in grammar and processing. Paper presented at the Ninth Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing, CUNY, New York.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models. Cambridge: Harvard University Press.

- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1987). *The psychology of reading and language comprehension*. Newton, MA: Allyn & Bacon.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Kaan, E., & Swaab, T. Y. (2002). The neural circuitry of syntactic comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(8), 350-356.
- Kamide, Y., Altmann, G. T. M., & Haywood, S. L. (2003). The time-course of prediction in incremental sentence processing: Evidence from anticipatory eye movements. *Journal of Memory and Language*, 49, 133-156.
- Kane, M. J., Bleckley, K. M., Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169-183.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 26, 336-358.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response confliction, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 47-70.
- 川崎恵里子 (2000). 知識の構造と文章理解 風間書房
- Kennison, S. M., & Clifton, C. (1995). Determinants of parafoveal preview benefit in high and low working memory capacity readers: Implications for eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 68-81.
- 木村円・神長伸幸・川崎恵里子 (2002). 文章理解におけるタイトル提示効果の個人差と語彙数. 日本教育心理学会第 44 回発表論文集, 523
- King, J., & Just, M. A. (1991). Individual differences in syntactic processing: The role of working memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 580-602.
- Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. *American Psychologist*, 49(4), 294-303.

- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 北尾倫彦・豊田弘司・広瀬雄彦 (1983). 読みの発達的研究, 大阪教育大学紀要 第IV部門, 32, 17-34.
- 国立国語研究所 (1955). 読みの実験的研究 - 音読にあらわれた読みあやまりの分析 - 国立国語研究所
- 国立国語研究所 (1960). 高学年の読み書き能力 国立国語研究所報告 17
- 近藤公久・天野成昭 (2001). 漢字単語の読み能力テスト「百羅漢」の得点傾向―百羅漢で何がはかれるか― 日本心理学会第 65 回大会発表論文集, 489.
- 近藤公久・神長伸幸・馬塚れい子・林安紀子 (2007). 読みの過程における音韻長および韻律の影響. 信学技報, TL2007-8, 41-46.
- Kondo, T., & Mazuka, R. (1996). Prosodic planning while reading aloud: On-line examination of Japanese sentences. *Journal of Psycholinguistic Research*, 25, 357-381.
- 近藤公久・馬塚れい子・笥一彦 (2002). 日本語文の読解過程における語特性および語順の影響. 認知科学, 9(4), 543-563.
- Kurtzman, H. (1985). *Studies in Syntactic Ambiguity Resolution*. Doctoral dissertation, MIT, Cambridge, MA.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.
- Labouvie-Vief, G., & Blanchard-Fields, F. (1982). Cognitive aging and psychological growth. *Aging and Society*, 2, 183-209.
- Loftus, G. R., & Loftus, E. F. (1976). *Human memory: The processing of information*. Lawrence Erlbaum Associates. NJ.
- Logan, G. D. (1985). Executive control of thought and action. *Acta Psychologica*, 60, 193-210.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Erlbaum, Hove: UK.
- Long, D. L., & Chong, J. L. (2001). Comprehension skill and global coherence: A paradoxical picture of poor comprehenders' abilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(6), 1424-1429.

- Long, D. L., Oppy, B. J., & Seely, M. R. (1994). Individual differences in the time course of inferential processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(6), 1456-1470.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.
- Lustig, C., Hasher, L., & Tonev, S. T. (2001). Inhibitory control over the present and the past. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13, 107-122.
- Lustig, C., May, C. P., & Hasher, L. (2001). Working memory span and the role of proactive interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 199-207.
- MacDonald, M. C. (1997) *Language and Cognitive Processes: Special Issue on Lexical Representations and Sentence Processing*, 12, 121-399.
- MacDonald, M. C., & Christiansen, M. H. (2002). Reassessing Working Memory: Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996) *Psychological Review*, 109, 35-54.
- MacDonald, M. C., Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). Working memory constraints on the processing of syntactic ambiguity. *Cognitive Psychology*, 24, 56-98.
- MacDonald, M. C., Pearlmutter, N. J., & Seidenberg, M. S. (1994). Lexical nature of syntactic ambiguity resolution. *Psychological Review*, 101, 676-703.
- Magliano, J. P., Zwaan, R. A., & Graesser, A. C. (1999). The role of situational continuity in narrative understanding. In H. van Oostendorp & S. R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 219-245.
- Majerus, S., Poncelet, M., Greffe, C., Van der Linden, M. (2005). Relations between vocabulary development and verbal short-term memory: The relative importance of short-term memory for serial order and item information. *Journal of Educational Child Psychology*, 93(2), 95-119.
- Marshalek, B., Lohman, D. F., & Snow, R. E. (1983). The complexity continuum in the radix and hierarchical models of intelligence. *Intelligence*, 7, 107-127.

- Masson, M. E. J., & Miller, J. A. (1983). Working memory and individual differences in comprehension and memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 75(2), 314-318.
- Martin, E. (1974). *Saccadic suppression: A review*. *Psychological Bulletin*, 81, 899-917.
- 松本裕治・北内啓・山下達雄・平野善隆・松田寛・高岡一馬・浅原正幸 (2000). 形態素解析システム「ChaSen」 version2.2.1 使用説明書
- May, C. P., Hasher, L., & Kane, M. J. (1999). The role of interference in memory span. *Memory & Cognition*, 27, 759-767.
- Mazuka, R., Itoh, K., & Kondo, T. (2002). Costs of scrambling in Japanese sentence processing. In M. Nakayama (Ed.), *Sentence processing in East Asian languages*. Stanford: CSLI Publication.
- Mazuka, R., Itoh, K., & Kondo, T., & Brown, J. C. (2000). Relative contributions of morae and characters in reading Japanese sentences. Paper presented at International East Asian Psycholinguistics Workshop.
- Mazuka, R., Jincho, N., & Oishi, H. (2009). Development of executive control and language processing. *Language & Linguistics Compass*, 3(1), 59-89.
- Mazuka, R., Kondo, T., & Itoh, K. (1997). Processing down the garden path in Japanese: Processing of sentences with lexical homonyms. *Journal of Psycholinguistic Research*, 26, 207-228.
- McBride-Chang, C., Manis, F. R., Seidenberg, M. S., Custodio, R. G., & Doi, L. M. (1993). Print exposure as a predictor of word reading and reading comprehension in disabled and nondisabled readers. *Journal of Educational Psychology*, 85, 230-238.
- McConkie, G. W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 30, 578-586.
- McConkie, G. W., Zola, D., Grimes, J., Kerr, P. W., Bryant, N. R., & Wolff, P. M. (1991). Children's eye movements during reading. In J. F. Stein (Ed.) *Vision and Visual Dyslexia*. CRC Press, Pp.251-262.
- McGinnes, E., Comer, P. B., & Lacey, O. L. (1952). Visual-recognition thresholds as a function of word length and word frequency. *Journal of Experimental Psychology*,

44, 65-69.

- Miller, G. E. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Minai, U., Jincho, N., Yamane, N., & Mazuka, R. (2008). Development of Cognitive Flexibility and Semantic Computation. Poster presented at the 21st Annual CUNY conference on Human Sentence Processing.
- Mitchell, D. C., Cuertos, F., Corley, M. M. B., & Brysbaert, M. (1995). Exposure-based models of human parsing: Evidence for the use of coarse-grained (nonlexical) statistical records. *Journal of Psycholinguistic Research*, 24, 469-488.
- Miyake, A., Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1994). Working memory constraints on the resolution of lexical ambiguity: Maintaining multiple interpretations in neutral contexts. *Journal of Memory and Language*, 33, 175-202.
- 三宅晶・斉藤智 (2001). 作動記憶研究の現状と展開, 心理学研究, 72, 336-350.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge University Press, New York: NY.
- Miyamoto, E. T., & Takahashi, S. (2002). Sources of difficulty in processing scrambling in Japanese. In M. Nakayama (Ed.), *Sentence processing in East Asian languages*. Stanford: CSLI Publication.
- 舩山洋介 (2003). 認知言語学における語の意味の考え方 日本語学, 22(10), 74-82.
- Myers, J. L., & O'Brien, E. J. (1998). Accessing the discourse representation during reading. *Discourse Processes*, 26, 131-157.
- Myers, J. L., O'Brien, E. J., Albrecht, J. E., Mason, R. A. (1994). Maintaining global coherence during reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 876-886.
- 中野陽子・西内万貴 (2007). 日本語の関係節付加位置選択へのワーキング・メモリの影響 日本認知科学会第 24 回大会発表論文集, 536-537.
- Nakayama, M. Scrambling and probe recognition. In R. Mazuka and N. Nagai (Eds.), *Japanese Sentence Processing*. NJ: Lawrence Erlbaum Associate, Pp. 257-273.
- 並木博 (1997). 個性と教育環境の交互作用—教育心理学の課題 培風館

- Nemoto, N. (1999). Scrambling. In *The handbook of Japanese linguistics*. N. Tsujimura (Ed.) Oxford, UK: Blackwell Pp121-153..
- 西崎友規子・小森三恵・苧阪満里子 (2000). ワーキングメモリにおける音韻類似性効果
ー日本語材料を用いた検討ー大阪外国語大学言語社会学会研究報告集, 3, 77-93.
- 西崎友規子・苧阪満里子 (2000). RST の個人差 苧阪直行 (編) 脳とワーキングメモリ 京都大学学術出版会 Pp.214-223.
- 西山佑司 (2004). 語用論の基礎概念(意味論と語用論の区別 田窪行則・三藤博・片桐恭弘・西山佑司・亀山恵(編著) 岩波講座 言語の科学 7 談話と文脈 岩波書店
- O'Brien, E. J., & Myers, J. L. (1999). Text comprehension: A view from the bottom up. In S. R. Goldman, A. C. Graesser & P. van den Broek (Eds). *Narrative comprehension, causality, and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 35-53.
- O'Brien, E. J., Rizzella, M. L., Albrecht, J. E., & Halleran, J. G. (1998). Updating a situation model: A memory-based text processing view. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 1200-1210.
- 旺文社 (編) (2003). 大学入試センター試験国語 I・II 旺文社
- 大石衡聴 (2008). 言語と生成文法理論 入来篤史 (編) 言語と思考を生む脳 東京大学出版会 Pp.193-212
- 岡本奎六・村石昭三・安居総子 (1982). 全国標準 読書力診断検査A形式. 図書文化
- 苧阪満里子 (1998). 読みとワーキングメモリ 苧阪直行 (編) 読み: 脳と心の情報処理 朝倉書店 Pp.239-262
- 苧阪満里子・苧阪直行 (1994). 読みとワーキングメモリ容量ー日本語版リーディングスパンテストによる測定ー 心理学研究, 65, 339-345.
- Osaka, N. (1993). Asymmetry of the effective visual field in vertical reading as measured by moving window. In G. d'Ydewalle & J. van Rensbergen (Eds.) *Perception and Cognition: Advances in Eye Movement Research*, pp.275-283 North Holland.
- Osaka, N., & Osaka, M. (2002). Individual differences in working memory during reading with and without parafoveal information: A moving-window study. *American Journal of Psychology*, 115, 501-513.

- Osterhout, L., Holcomb, P. J., & Swinney, A. D. (1994). Brain potentials elicited by garden-path sentences: evidence of the application of verb information during parsing. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 20(4), 786-803.
- Palmer, J., Macleod, C. M., Hunt, E., & Davidson, J. E. (1985). Information processing correlates of reading. *Journal of Memory and Language*, 24, 59-88.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. New York, NY: Oxford.
- Perfetti, C. A. (1975). Relationship between single word decoding and reading comprehension skill. *Journal of Educational Psychology*, 67(4), 461-469.
- Perfetti, C. A., Finger, E., & Hogaboam, T. (1978). Sources of vocalization latency differences between skilled and less skilled young readers. *Journal of Educational Psychology*, 70(5), 730-739.
- Perfetti, C. A., & Hogaboam, T. (1975). Relationship between single word decoding and reading comprehension skill. *Journal of Educational Psychology*, 67(4), 461-469.
- Perfetti, C. A., & Lesgold, A. M. (1977). Discourse comprehension and sources of individual differences. In M. A. Just & P. A. Carpenter (Eds.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M.I. (1987). Cognitive neuropsychology and the problem of selective attention. In, *EEG and Clinical Neurophysiology*, 39: 313-316, Supplement.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1998). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales. Section 4: The Advanced Progressive Matrices*. Oxford Psychologists Press.
- Rayner, K. (1978). Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin*, 85, 618-660.
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research, *Psychological Bulletin*, 124, 3, 372-422.
- Rayner, K. & Duffy, S. A. (1986). Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory & Cognition*, 14(3), 191-201.

- Rayner, K. & Sereno, S. C. (1994a). Regressive eye movements and sentence parsing: On the use of regression-contingent analyses. *Memory & Cognition*, 22(3), 281-285.
- Rayner, K. & Sereno, S. C. (1994b). Regression-contingent analyses: A reply to Altmann. *Memory & Cognition*, 22(3), 291-292.
- Rayner, K. & Well, A. D. (1996) Effects of contextual constraint on eye movements in reading: A further examination. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 504-509.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Rayner, K. (1998). Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review*, 105, 125-157.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (1999). Eye movement control in reading: Accounting for initial fixation locations and refixations within the E-Z Reader model. *Vision Research*, 39, 4403-4411.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2003). The E-Z Reader model of eye-movement control in reading: Comparisons to other models. *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 445-526.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2006). E-Z Reader: A cognitive-control, serial-attention model of eye-movement behavior during reading. *Cognitive Systems Research*, 7, 4-22.
- Rumelhart, D. E., & Ortony, A. (1977). The representation of knowledge in memory. In R. C. Anderson, & R. J. Spiro, & W. E. Montague (Eds.) *Schooling and the acquisition of knowledge*. Lawrence, Erlbaum Associations.
- 斎田真也 (2004). 速読と眼球運動 基礎心理学研究, 23, 64-69.
- 酒井浩二・乾敏郎 (2001). 視覚短期記憶の忘却率に及ぼす図形の複雑さと類似度の効果, 心理学研究, 72(1), 36-43.
- Sakai, K. L., Hashimoto, R., & Homae, F. (2001). Sentence processing in the cerebral cortex. *Neuroscience Research*, 39, 1-10.
- Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). *Script, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sedivy, J., & Spivey-Knowlton, M. (1994). The use of structural, lexical, and

- pragmatic information in parsing attachment ambiguities. In C. Clifton, L. Frazier & K. Rayner (Eds.), *Perspectives on Sentence Processing*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp.389-413
- Seidenberg, M. S. (2005). Connectionist models of word reading. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 238-242.
- Sekerina, I., Stormswold, K., & Hestvik, A. (2004). How do adults and children process referential ambiguity? *Journal of Child Language*, 31, 123-152.
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of experimental psychology: General*, 125(1), 4-27.
- Sheldon, A. (1974). The role of parallel function in the acquisition of relative clauses in English. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 272-81.
- 清水寛之 (1995). 記憶力 高野陽太郎 (編) 認知心理学 2 記憶 東京大学出版会
- 品川不二郎・小林重雄・藤田和弘・前川久男 (1990). 日本版 WAIS-R 成人知能検査法 日本文化科学社
- Simpson, G. B. (1984). Lexical ambiguity and its role in models of word recognition. *Psychological Bulletin*, 96, 316-340.
- Singer, M., Graesser, A. C., & Trabasso, T. (1994). Minimal or global inference during reading. *Journal of Memory and Language*, 33, 421-441.
- Snedeker, J., & Trueswell, J. C. (2004). The developing constraints on parsing decisions: The role of lexical-biases and referential scenes in child and adult sentence processing. *Cognitive Psychology*, 49, 238-299.
- Snow, R. E. (1980). Aptitude process. In R. E. Snow, P. A. Federico, & W. E. Montague (Eds.) *Aptitude, learning, and instruction, Vol.1: Cognitive process analyses of aptitude*. Lawrence Erlbaum Assoc.: Hillsdale, NJ, pp.27-63.
- Stanovich, K.E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 21, 360-407.
- Stanovich, K. E., & Cunningham, A. E. (1992). Studying the consequences of literacy within a literate society: The cognitive correlates of print exposure. *Memory and*

Cognition, 20, 51-68.

Stanovich, K. E., & Cunningham, A. E. (1993). Where does knowledge come from?

Specific associations between print exposure and information acquisition.

Journal of Educational Psychology, 85, 211-229.

Stanovich, K. E., West, R. E., & Harrison, M. (1995). Knowledge growth and

maintenance across life span: The role of print exposure. *Developmental*

Psychology, 31, 811-826.

Stevenson, H. W., Stigler, J. W., Lucker, G. W., & Lee, S. (1982). Reading disabilities:

The case of Chinese, Japanese, and English. *Child Development*, 53, 1164-1181.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of*

Experimental Psychology, 18, 643-662.

Sue, H., McBride-Chang, C., Wu, S., & Liu, H. (2006). Understanding Chinese

developmental dyslexia: Morphological awareness as a core cognitive construct.

Journal of Educational Psychology, 98(1), 122-133.

Swinney, D. A. (1979). Lexical access during sentence comprehension: (Re)

consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*,

18(6), 645-659.

Tabor, W., Juliano, C. & Tanenhaus, M. K. (1997) Parsing in a dynamical system: An

attractor-based account of the interaction of lexical and structural constraints in

sentence processing. *Language and Cognitive Processes*, 12, 211-71.

Taft, M. (1979). Lexical access via an orthographic code: The Basic Orthographic

Syllabic Structure (BOSS). *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18,

21-39.

Taft, M. (1986). Lexical access codes in visual and auditory word recognition.

Language & Cognitive Processes, 1, 49-60.

Tanenhaus, M.K., Spivey-Knowlton, M.J., Eberhard, K.M. & Sedivy, J.E. (1995).

Integration of visual and linguistic information in spoken language

comprehension. *Science*, 268, 1632-1634.

Tanenhaus, M.K. & Trueswell, J.C. (2005). Using eye movements to bridge the

language as action and language as product traditions. In J.C. Trueswell & M.K.

- Tanenhaus, (Eds). *Processing world-situated Language: Bridging the language-as-action and language-as-product traditions*. MIT Press, pp
- Tanenhaus, M.K. & Trueswell, J.C. (2006). Eye movements and spoken language comprehension. In M. Traxler & M. Gernsbacher (Eds.). *Handbook of Psycholinguistics: second edition*. Academic Press, Elsevier: New York, pp. 863-900.
- Taylor, S. E. (1965). Eye movements in reading: Facts and fallacies. *American Educational Research Journal*, 2, 187-202.
- Trueswell, J., Sekerina, I., Hill, N., & Logrip, M. (1999). The kindergarten-path effect: studying on-line sentence processing in young children. *Cognition*, 73(2), 89-134
- Trueswell, J. C., & Tanenhaus, M. K. (1994). Toward a lexicalist framework for constraint-based syntactic ambiguity resolution. In Clifton, C., Frazier, L. and Rayner, K. (Eds.) *Perspectives in Sentence Processing*. Lawrence Erlbaum Assoc.: Hillsdale, NJ, pp. 155-179.
- Trueswell, J. C., & Tanenhaus, M. K., Garnsey, S. (1994). Semantic influences on parsing: Use of thematic role information in syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language*, 33, 285 -318.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Ueno, M., & Kluender, R. (2003). Event-related brain indices of Japanese scrambling. *Brain and Language*, 86, 243-271.
- Vallar, G., & Shallice, T. (1990). *Neuropsychological impairments of short-term memory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- 渡邊直輝・竹内文也・栗城眞也・萩原裕子 (2005). 日本語複文読解時における統語処理の MEG 計測. 生体医工学：日本エム・イー学会誌, 43(4), 631-637.
- Waters, G. S., & Caplan, D. (1996). Processing resource capacity and the comprehension of garden path sentences. *Memory and Cognition*, 24, 342-355.

- West, R. F., & Stanovich, K. E. (1991). The incidental acquisition of information from reading. *Psychological Science*, 2, 325-330.
- Whitney, P., Ritchie, B. G., & Clark, M. B. (1991). Working-memory capacity and the use of elaborative inferences in text comprehension. *Discourse Processes*, 14(2), 133-145.
- Yamashita, H. (1997). The effects of word-order and case marking information on the processing of Japanese. *Journal of Psycholinguistic Research*, 26, 163-188.
- Yamashita, H. (2002). Scrambled sentences in Japanese: Linguistic properties and motivations for production. *TEXT*, 22, 597-633.
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68.
- Zwaan, R. A. (1999). Five dimensions of narrative comprehension: The event-indexing model. In S. R. Goldman, A. C. Graesser & P. van den Broek (Eds.), *Narrative comprehension, causality, and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 93-110.
- Zwaan, R. A., Langston, M. C., & Graesser, A. C. (1995). The construction of situation models in narrative comprehension: An event-indexing model. *Psychological Science*, 6, 292-297.
- Zwaan, R. A., Magliano, J. P., & Graesser, A. C. (1995). Dimensions of situation model construction in narrative comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 386-397.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123, 162-185.
- Zwaan, R. A., Radvansky, G. A., Hilliard, A. E., & Curiel, J. M. (1998). Constructing multidimensional situation models during reading. *Scientific Studies of Reading*, 2, 199-220.
- Zwann, R. A., & Rapp, D. N. (2006). Discourse comprehension In M. J. Traxler & M. A. Gernsbacher (Eds.) *Handbook of psycholinguistics Second edition*. Pp. 725-764.